

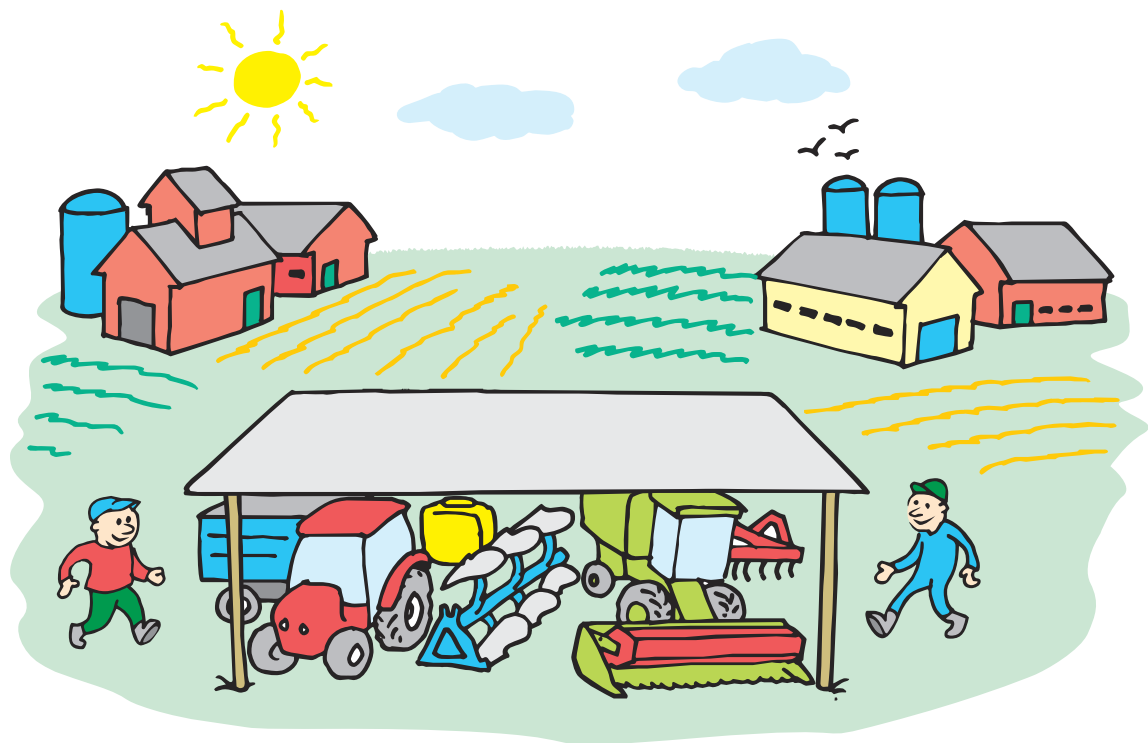


Maskinsamverkan - tre fallstudier

Machinery cooperation – a study of three cases

Alfredo de Toro A.

Håkan Rosenqvist



SLU
Institutionen för biometri och teknik

**Rapport – miljö, teknik och
lantbruk 2005:03**

SLU
Department of Biometry and Engineering

**Uppsala 2005
ISSN 1652-3237**

SAMMANFATTNING

Mekaniseringssystemen för tre maskinsamverkansfall belägna i Linköping, Malmö och Uppsala analyserades med avseende på ekonomiska och sociala aspekter. Fallet i Linköping är främst en samverkan mellan spannmålsproducenter med ca. 900 ha spannmål och oljeväxter och är ett informellt maskinsamarbete för fältarbete. Fallet i Malmö är ett samarbete mellan två gårdar med en odlad areal av ca. 390 ha. Samarbetet i Uppsala består av sex gårdar med en areal på ca. 560 ha, huvudsakligen spannmålsproducenter som bildat ett driftbolag och där gårdarna drivs som en enhet.

För att utvärdera betydelsen av maskinsamarbetet gjordes följande: (1) grunddata om de olika mekaniseringssystemen före och efter samverkan samlades in från gårdarna, (2) lantbrukarna intervjuades om deras erfarenheter av samverkan och (3) de totala kostnaderna (d.v.s. arbets-, maskin- och läglighetskostnader), investeringsbehov samt tidsåtgång för jordbearbetning, sådd och skörd beräknades för gårdarna före och efter samverkan. Dessutom utvärderades några maskinuppsättningsalternativ.

Arbets- och maskinkostnaderna uppskattades med standardmetoder och läglighetskostnaden uppskattades med en simuleringsmodell för fältoperationer som simulerade fältarbetet på gårdarna dag för dag under flera år (15-23 år).

De viktigaste slutsatserna från studien var:

- Maskinsamarbetet gjorde det möjligt att minska de totala kostnaderna (tabell A), men detta varierade i hög grad för de individuella gårdarna.
- Maskinsamverkan möjliggjorde också att reducera investeringsbehoven (tabell A).
- Betydande genomsnittliga läglighetskostnader uppskattades för alla mekaniseringssystem med "ej för stor kapacitet". Dessa kostnader var svåra att undvika med leriga jordar och under regniga år, särskilt i Uppsalaområdet, och deras årliga variationsvidd var stor (100-1100 kr/ha).
- Känslighetsanalysen visade att läglighetskostnaderna var mer känsliga för en minskning av den dagliga effektiva fältkapaciteten än en ökning av denna av samma storlek, särskilt för maskinuppsättningar med låg kapacitet.
- Alla lantbrukare som samarbetade var nöjda med de resultat som de hade uppnått efter några års samarbete. De påpekade också att samverkan hade hjälpt dem att minska deras sårbarhet och risker. Dessutom uppskattades lagarbetet högt.

Tabell A. Ändring i procent av kostnader¹ och investeringsbehov för jordbearbetning, sådd och skörd för maskinsamarbeten i form av gemensam drift jämfört med en informell maskinsamverkan mellan grannar i Linköping² och utan samarbete i Malmö och Uppsala

	Linköping	Malmö	Uppsala
Arbetskostnad	-8	-49	-40
Maskinkostnad	-23	-31	-36
Läglighetskostnad	+214	+98	+27
Totala kostnader	-6	-31	-30
Investeringsbehov	-55	-18	-56

¹ I denna tabell utgör "maskinkostnad" den största kostnadsposten följt av "arbetskostnad" och den minsta kostnadsposten är "läglighetskostnad", se tabellen 15 för absoluta belopp.

² Samverkansalternativet "Alt2" i alla område. För detaljer om mekaniseringssystem, se tabellerna 7-11.

De villkor och förutsättningar som gällde för de tre fallen är ganska vanliga för många lantbrukare beträffande jordart, gårdsstorlek, grödor och deltidsarbete. En viktig slutsats är att mer integrerade samverkansarrangemang är intressanta alternativ att beakta, särskilt för gårdar med mindre än 150 ha.

ABSTRACT

The mechanisation systems of three cooperation schemes located in Linköping, Malmö and Uppsala were analysed in economic and some social terms. The scheme in Linköping is a cooperation of neighbour cereal producers with ca. 900 ha, which includes machinery sharing for field work. The scheme in Malmö is a pool of two farms with an area of 390 ha, and the one in Uppsala consists of six cereal producers with an area of ca. 560 ha where the farms are run as one economic unit.

In order to evaluate the effects of machinery cooperation the following steps were taken: (1) basic data on the mechanisation systems of the farms prior and present cooperation were collected, (2) the farmers were interviewed regarding their views on the cooperation, and (3) total costs (labour + specific machinery + timeliness costs), investment requirements and field operation times for crop establishment and harvesting were estimated for the farms prior to and during cooperation; and some alternative options.

Labour and specific machinery costs were calculated using standard methods, but timeliness cost was estimated using a simulation model with the capability of simulating field work on a farms day-by-day for a series of years (15-23 years).

The main findings were:

- Machinery sharing enabled farms to reduce total costs (Table B), but the degree of variation was high for the individual farms.
- Machinery sharing helped to reduce investment requirements (Table B).
- Considerable timeliness costs were estimated for all the mechanisation systems with no “excessive capacity”. They were difficult to avoid in farms with clayey soils during years with poor weather conditions, particularly in Uppsala location. Their annual range was large (100-1100 SEK/ha).
- The sensitivity analysis showed that timeliness costs were more affected by a reduction in daily effective field capacity than an increase of the same magnitude, in particular for those machinery sets with low capacity.
- All the farmers participating in the cooperation schemes were satisfied with the results achieved after some years of machinery sharing and pointed out that it decreased their vulnerability and risks. Furthermore, working in a team was also highly appreciated.

Table B. Per cent change of costs¹ and investment for crop establishment (tillage + sowing) and harvesting for integrated machinery sharing schemes compared with a neighbour cooperation system (Linköping²) and with no cooperation (Malmö and Uppsala)

	Linköping	Malmö	Uppsala
Labour cost	-8	-49	-40
Machinery cost	-23	-31	-36
Timeliness cost	+214	+98	+27
Total costs	-6	-31	-30
Investment requirement	-55	-18	-56

¹ In this table the largest cost item is “machinery cost”, followed by “labour cost” and the lowest one is timeliness cost, see table Table 15 for figures in absolute terms.

² Machinery set option “Alt2” in all locations. For details on the mechanization systems, see Tables 7-11.

Considering the farming conditions of the farms comprising the present work, which are rather common for many Swedish farms in terms of soil type, farm size, crops and part-time farmers, the study concluded that more integrated machinery cooperation schemes would be very interesting options to be considered, particularly for farms less than 150 ha.

FÖRORD

Vi vill rikta ett stort tack till Göran Andersson, Christer Danielsson, Johan Franzén, Gunnar Nilsson, Bertil Fredriksson och Kjell Isaksson, samtliga lantbrukare från Linköping; Anders Andersson, Dag Andersson, Lars Ahlinder, Lars-Gunnar Eriksson, Per Sandberg och Ulf Uppsäll (som beklagligtvis avled under studien), lantbrukare från Uppsala; samt Göran Brynell och Anders Warleus från Malmö. Utan deras tid, hjälp och värdefulla information hade denna studie inte varit genomförbar.

Vår tacksamhet går också till professorerna Per-Anders Hansson och Bruno Nilsson för deras värdefulla ledning och kommentarer om arbetet och även till forskaren Daniel Nilsson “för gör förståelig Alfredos svenska”. Vi skulle också vilja uttrycka vår tacksamhet till lantbrukare Olle Lundborg för viktiga gårdsdata, vilka var väsentliga i utvecklingen av datormodellen som användes i denna studie.

Till sist riktar vi vår stora tacksamhet till Stiftelsen Lantbruksforskningen (SLF) som finansierade denna studie genom Projektet 233009. Utan deras väsentliga stöd hade detta arbete inte varit möjligt.

Alfredo de Toro

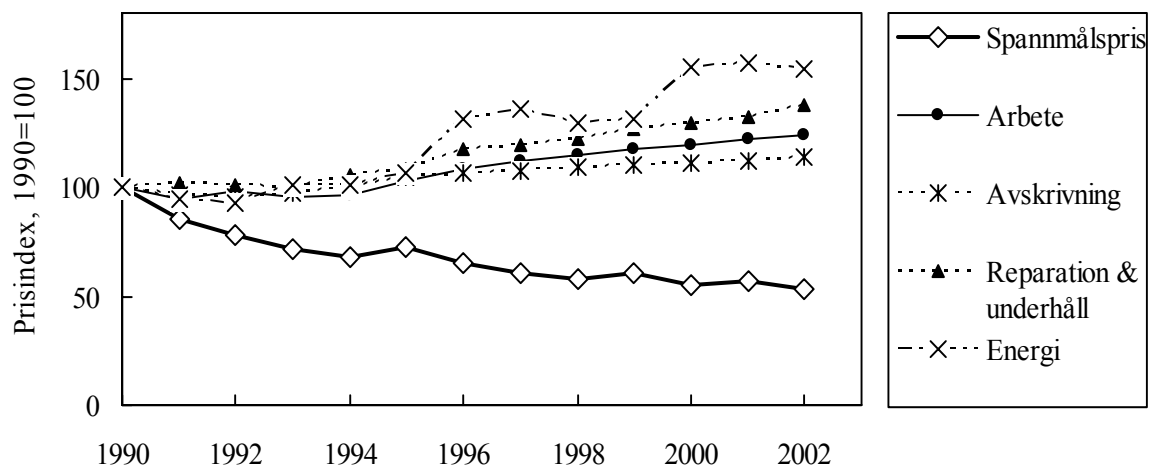
Håkan Rosenqvist

INNEHÅLL

1.	INLEDNING	5
1.1.	Syfte	8
1.2.	Avgränsningar	8
2.	METOD	9
2.1.	Skiss	9
2.2.	Uppskattning av antalet tjänliga dagar i Linköping och Uppsala	9
2.3.	Uppskattning av antalet tjänliga dagar i Malmöområdet	13
2.4.	Simuleringsmodell för fältarbete	15
2.5.	Uppskattning av läglighetskostnader	15
2.6.	Beräkningsförutsättningar för maskinkostnader	17
2.7.	Utvärdering av icke-ekonomiska aspekter av maskinsamverkan	17
2.8.	Beskrivning av gårdarna före och efter samverkan	17
2.8.1.	Linköping	17
2.8.2.	Malmö	19
2.8.3.	Uppsala	20
2.9.	Känslighetsanalys för Uppsalaområdet	22
3.	RESULTAT	23
3.1.	Samverkan i Linköping	23
3.1.1.	Totala maskinkostnader för jordbearbetning, sådd och skörd	23
3.1.2.	Kötid och investeringsbehov	23
3.1.3.	Tidsåtgång för fältoperationer	25
3.1.4.	Sociala och allmänna ekonomiska aspekter	26
3.2.	Samverkan i Malmö	26
3.2.1.	Totala maskinkostnader för jordbearbetning, sådd och skörd	26
3.2.2.	Kötid och investeringsbehov	27
3.2.3.	Sociala och allmänna ekonomiska aspekter	28
3.3.	Samverkan i Uppsala	29
3.3.1.	Totala maskinkostnader för jordbearbetning, sådd och skörd	29
3.3.2.	Kötid och investeringsbehov	30
3.3.3.	Tidsåtgång för fältoperationer	31
3.3.4.	Sociala och allmänna ekonomiska aspekter	31
3.4.	Känslighetsanalys för två mekaniseringssystem i Uppsala	33
4.	DISKUSSION	34
4.1.	Totala kostnader	34
4.1.1.	Linköping	34
4.1.2.	Malmö	34
4.1.3.	Uppsala	35
4.2.	Alternativ till nuvarande maskinsamverkan	35
4.3.	Variation i läglighetskostnader	35
4.4.	Kötid och investeringsbehov	36
4.5.	Känslighetsanalys i Uppsala	36
4.6.	Icke-ekonomiska aspekter	36
4.7.	Allmänna aspekter	37
5.	SLUTSATSER	39
6.	REFERENSER	40
6.1.	Tryckta referenser	40
6.2.	Internetreferenser	43
6.3.	Personliga meddelanden	43

1. INLEDNING

Under de senaste 30 åren har det nominella spannmålspriset i Sverige tredubblats, från cirka 0,5 kr/kg år 1970 till cirka 1,40 kr/kg (inkl. arealstöd). Under samma period har timkostnaden för jordbruksmaskiner ökat med 6 till 10 gånger (Anonym, 2001a). Från 1990 har spannmålsproducenterna huvudsakligen fått erfara sjunkande avräkningspriser (figur 1).



Figur 1. Utvecklingen i fasta priser 1990-2002 (1990=100) för spannmålspriset, några maskinkostnadsposter (Jordbruksverket, 2001; Jordbruksverket, 2003, internetreferens) och för arbetskraft (SCB, 2003, internetreferens).

De flesta lantbrukare har ännu inte kunnat utnyttja de förmåner som stordriftfördelar kan ge, t.ex. lägre kapitalkostnader, högre arbetsproduktivitet, kvantitetsrabatter vid upphandling av förnödenheter, högre priser vid försäljning av avsaluprodukter (Samuelsson, 2003). Detta mot bakgrund av att:

- statistik från 2001 visar att 63% av landets åkermark brukades på gårdar mindre än 100 ha, medan gårdarna mellan 30 till 100 ha brukade 41% av landets spannmålsareal (SCB, 2002);
- antalet jordbruksföretag större än 500 ha åkermark var 114 år 1999 (SCB, 2000);
- en dansk studie visar att maskinkostnaderna minskar med ökande odlad areal upp till 400 ha (Poulsen och Jacobsen, 1997).

I allmänhet har spannmålspriset inte bara minskat i Sverige, utan också i den Europeiska Unionen (EU). Avräkningsprisindexet för spannmål och ris år 2000 var 54,6 (1990=100) medan produktionsmedelsprisindexet för jordbruksmaskiner ej förändrades under samma period, uttryckt i samma penningvärde (Eurostat, 2001). Högre arbetskostnader och högre krav på maskinergonomi och miljö- och arbetskvalitet har lett till större och mer avancerade maskiner, vilket har resulterat i att de har blivit dyrare, och trenden verkar fortsätta inom överskådlig framtid (Kutzbach, 2000). Små och medelstora gårdar får därför svårare att skaffa sig modern teknologi. Ett alternativ är ett gemensamt utnyttjande av maskinerna för att fördela de fasta kostnaderna på en större areal och minska arbetskostnaderna genom användning av maskiner med större kapacitet. Ett sådant samarbete kan anta olika former, t. ex. som informell samverkan mellan grannar, maskinringar, maskinstationer, gemensamma driftbolag, osv. På så sätt kan samarbetet omfatta allt från utbyte av någon tjänst mellan grannar till en total horisontell integration av produktionen i form av driftbolag där flera gårdar ingår (Andersson m. fl., 2004).

Samverkan mellan lantbrukare är en gammal företeelse. I det gamla bondesamhället krävde sådd, slåtter och skörd en hög nivå på samarbetet mellan lantbrukare, vilket var reglerat i s.k. Laga skiftet (Andersson m. fl., 2004). Bergman och Renborg (1971) berör i sina studier frågor rörande samverkan mellan lantbrukare.

Idag samarbetar de flesta lantbrukare i någon grad enligt intervjuundersökningar (tabell 1). De gör det huvudsakligen i direkt samverkan med andra (56%, år 2004), oftast på ett informellt sätt utan skriftliga kontrakt, eller så äger de maskinerna ihop (30%). En betydande del av lantbrukarna utnyttjar också maskinstationer (ca. 25%) eller maskinringar (15%). Mer integrerade samverkansarrangemang som gemensam drift eller gemensamt ägande är ännu sällsynta, de utgör endast cirka 2%. Andelen lantbrukare som ej har något samarbete alls är ca. 20% (tabell 1).

I Sverige startade maskinringarna i början på 90-talet och nu finns det 21 väl etablerade ringar med cirka 5000 medlemmar (ca. 6% av landets lantbrukare) med en omsättning på 200 miljoner kr (Abrahamsson, 2004, pers. medd.). Om de svenska maskinringarna skulle nå samma aktivitetsnivå per arealenhet som de tyska bör de öka sin omsättning 5 gånger (Maskin Ringen, 2002).

Tabell 1. Maskinsamarbete i svenskt lantbruk år 2000 och 2004 enligt intervjuundersökningar utförda i hela landet bland 920 lantbrukare större än 20 ha

	2000 ¹ %	2004 ² %
Direkt samverkan med andra (t. ex. körslor, hyra, låna)	47	56
Äger maskiner ihop	25	30
Utnyttjar maskinstation	17	25
Utnyttjar maskinring	16	15
Inköp förnödenheter	10	16
Marknadsföring	- ³	5
Gemensamt driftsbolag med grannar	2	2
Ej samarbete med någon	19	20

¹ Lantbruksbarometern 2000 (internetreferens).

² Wennberg, 2005, pers. medd.

³ Svarsalternativet fanns inte i denna studie.

Eftersom samarbete i dag är ett intressant alternativ för en betydande del av landets lantbrukare har flera studier genomförts. Vid en litteratursökning hittades flera svenska undersökningar i form av examensarbeten (Blad, 2003; Nilsson, 1998; Rietz, 1993; Samuelsson, 2003; Thomsson, 1992) eller i annan form (Andersson m. fl., 2004; de Toro och Hansson, 2004b; Neuman, 1991; von Buxhoeveden m. fl., 1991).

Andersson m. fl. (2004) och Samuelsson (2003) analyserade de ekonomiska vinsterna vid samverkan mellan mjölk- och spannmålsproducenter. Blad (2003), de Toro och Hansson (2004b), och Nilsson (1998) genomförde ekonomiska utvärderingar av maskinsamarbete i form av driftbolag. Neuman (1991) och von Buxhoeveden m. fl. (1991) sammanställde hur maskinsamarbeten kan organiseras. Rietz (1993) klarlade förutsättningar och drivkrafter bakom bildandet av driftsbolag där maskinsamverkan utgör en del. Thomsson (1992) undersökte en maskinring i Dalarna där medlemmarnas uppfattningar och erfarenheter rapporterades men där ingen ekonomisk analys gjordes.

De flesta av ovanstående studier där ekonomiska analyser om maskinkostnader innefattades, tog inte hänsyn till läglighetskostnaden. Dock bör läglighetskostnaden vara med vid värdering av mekaniseringssystem på grund av dess ömsesidiga beroende av arbetsbehov och maskinstorlek, vilket i sin tur påverkar maskinkostnaderna (Burrows och Siemens, 1974; Hunt, 1995; Nilsson, 1976; Siemens, 1998; Witney, 1995). Läglighetskostnaden är särskilt viktig i områden med korta perioder för sådd och skörd. En viktig ståndpunkt mot maskinsamarbete är risken för höga läglighetskostnader under år med svåra väderförhållande och hur man under sådana förhållande kan fördela kostnaderna bland de involverade parterna.

Emellertid är läglighetskostnaderna svåra att uppskatta, särskilt för de områden där vädret varierar stort mellan olika år. Dessutom påverkas läglighetskostnaden av hela mekaniseringssystemet, vilket åskådliggörs i formeln nedan som föreslagits av ASAE Standards (2000a) för att beräkna den. Faktorer som maskinstorlek, antal enheter, arbetstid, antal operationer, odlingsareal, värde av gröda, o.s.v., bör vara med i analysen för att uppskatta läglighetskostnaderna på ett korrekt sätt (Edwards och Boehlje, 1980).

$$W = \frac{K \cdot A^2 \cdot Y \cdot V}{Z \cdot G \cdot C_i \cdot (pwd)} \quad (1)$$

där:

- W = läglighetskostnad för en operation (kr)
- K = läglighetsfaktor (1/dag)
- A = berörd areal (ha)
- Y = avkastning (kg/ha)
- V = grödans värde i fältet (kr/kg)
- Z = 4 om operationen kan balanseras vid sin optimala tidpunkt och 2 för en för tidig eller försenad operationstid med avseende på den optimala tidpunkten
- G = arbetstid i fältet per dag (timmar)
- C_i = effektiv maskinkapacitet (ha/timme)
- pws = sannolikhet för tjänligt väder (decimal)

Ett viktigt antagande för användning av *ekvation 1*, som uppskattar läglighetskostnaden för “en operation”, är att man kan identifiera en “*optimal tidpunkt*” och att det inte sker överlappningar med andra operationer. Dock brukar jordbrukets fältoperationer utföras i följd, var och en med sin optimala tidpunkt. Överlappningar mellan enskilda operationer kan förekomma. Dessutom bör en sådan “*operation*” som skörd delas in i flera operationer beroende på grödornas olika mognadstider. På detta sätt är den optimala tidpunkten mer relaterad till varje enskilt fält och inte till en enda mognadstid för hela skörden. Under sådana förutsättningar är det svårt att tillämpa *ekvation 1* för att beräkna läglighetskostnaden för hela gården (de Toro, 2004; de Toro och Hansson, 2004a).

Optimering av maskinsystem med sådan komplexitet och med variabler som påverkas av vädret är svårt att genomföra med enkel matematik. Därför har datormodeller utvecklats, de flesta baserade på någon optimeringsteknik, t.ex. linjärprogrammering, där andelen tjänliga dagar, d.v.s. andelen dagar som är lämpliga för fältarbete, anges som en sannolikhet eller som ett enda värde för en viss period (t. ex. Edwards och Boehlje, 1980; Jannot och Cairol, 1994; Jannot och Nicoletti, 1992; Nilsson, 1976; Pfeiffer och Peterson, 1980; Søgaard och Sørensen, 2004; Whitson m. fl., 1981; Witney och Eradat Oskoui, 1982). En annan typ av modeller är baserade på händelsestyrd simulering där fältoperationerna på en gård kan simuleras, t. ex. dag efter dag, med olika maskinuppsättningar och där sedan det bästa alternativet kan väljas

(Buck m. fl., 1988; Chen m. fl., 1992; de Toro och Hansson, 2004a; Jannot och Nicoletti, 1992; Lal m. fl., 1991; Papy m. fl., 1988; Parmar m. fl., 1996).

1.1. Syfte

Med tanke på ovanstående redogörelse och:

- vikten av maskinkostnader i spannmålsproduktionen och deras eventuella reduktion;
- väderförhållandena för spannmålsproduktionen i landet (korta perioder för fältoperationer och årlig variation av antalet tjänliga dagar);
- läglighetskostnaden är den del av de totala maskinkostnaderna som är svårast att uppskatta och som bara några få studier i landet har inkluderat;
- spannmålsproduktionen till största delen sker på gårdar mindre än 100 ha och att en betydande del av lantbruket ännu inte kunnat utnyttja de fördelar som stordriften ger; och
- effekterna av maskinsamverkan på maskinekonomin inte har analyserats med metoder där läglighetseffekter och deras variation beaktas;

var målet för den här studien att utvärdera tre existerande maskinsamverkansfall på tre platser i landet, nämligen Linköping (58°40'N/15°53'Ö), Malmö (55°36'N/13°00'Ö) och Uppsala (59°49'N/17°39'Ö) för att kunna kvantifiera effekterna av samarbete när det gäller totala maskinkostnader (inklusive läglighetskostnader och deras variation), samt utvärdera investeringsbehov, arbetstidåtgång för fältoperationer och några sociala aspekter.

1.2. Avgränsningar

De följande avgränsningarna betraktades som viktiga för att utföra den här studien:

- undersökningen begränsades till maskinsamverkan i vegetabilisk produktion, främst spannmålsproducenter på mellanstora till stora gårdar (35-900 ha);
- analysen avgränsades till de operationer som konkurrerar om arbets- och maskinresurserna i produktionen, d.v.s. jordbearbetning, sådd och skörd. Operationer som besprutning eller gödselspridning inkluderades inte i simuleringsmodellen för fältoperationerna; och
- det togs inte hänsyn till skattemässiga aspekter på maskinsamverkan, ej heller till förfruktseffekter, påverkan på grödval eller inverkan av jordbearbetningsmetod på avkastningsnivå och jordpackning.

För att begränsa analysens omfång, syftade studien till att utvärdera effekten av maskinsamarbete genom att kvantifiera de totala maskinkostnaderna (arbets-, maskin- och läglighetskostnader) och deras årliga variation. Följaktligen hade studien inte som mål att analysera de totala ekonomiska konsekvenserna av maskinsamverkan.

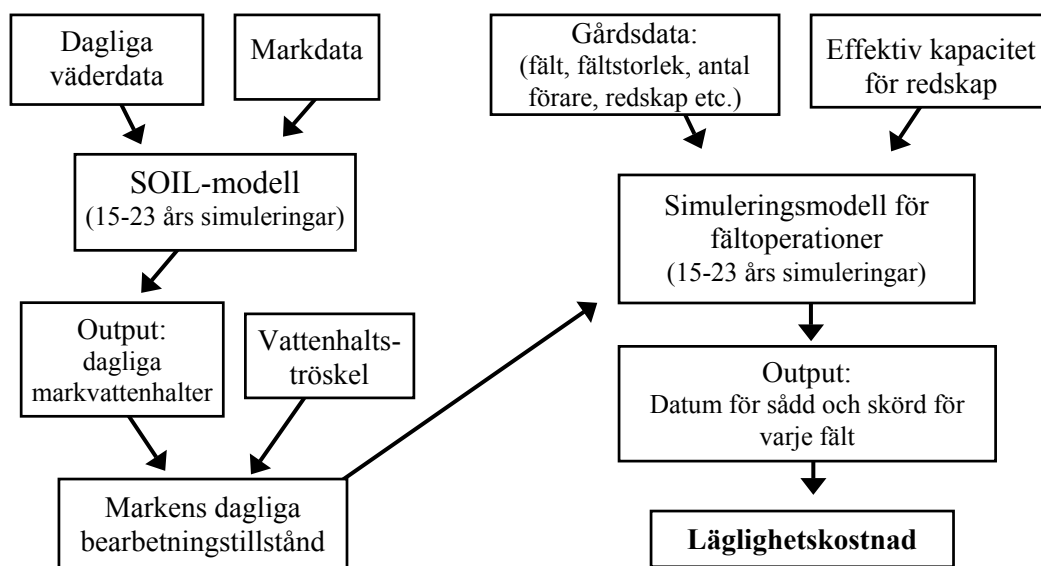
2. METOD

Denna studie är baserad på en artikel om maskinsamverkan (de Toro och Hansson, 2004b). Metoden för att beräkna läglighetskostnaden beskrivs i detalj i en artikel av de Toro och Hansson (2004a) och en doktorsavhandling (de Toro, 2004).

2.1. Skiss

För att utvärdera inverkan av maskinsamarbete vidtogs följande steg:

- Tre existerande maskinsamverkanssystem valdes på olika platser i landet (Linköping, Malmö och Uppsala). Grunddata om deras mekaniseringssystem före och efter samverkan samlades in från lantbrukarna. Samverkan i Linköping, ett samarbete mellan grannar som utbyter maskintjänster på ett informellt sätt, jämfördes med en eventuellt gemensam drift av gårdarna.
- Lantbrukarna intervjuades om deras åsikter om maskinsamverkan.
- Totala kostnader (arbets- + maskin- + läglighetskostnader), investeringsbehov och tidsåtgång för jordbearbetning, sådd och skörd beräknades för de individuella gårdarna före och efter samverkan och några maskinuppsättningsalternativ utvärderades. Arbets- och maskinkostnaderna uppskattades med standardmetoder men läglighetskostnaden uppskattades enligt metoden som visas i figur 2.



Figur 2. Läglighetskostnaden för varje maskinsystem beräknades i tre steg; först beräknades markens bearbetningstillstånd utifrån en 15-23-årig serie av väderdata för de olika platserna, därefter beräknades tidpunkten för sådd och skörd, varvid läglighetskostnaden kunde beräknas (de Toro och Hansson, 2004a).

2.2. Uppskattning av antalet tjänliga dagar i Linköping och Uppsala

Markens bearbetbarhet uppskattades enligt proceduren skissad i figur 2 och är beskriven av de Toro och Hansson (2004a). Eftersom jordbearbetningstillståndet är kopplat till markvattenhalten, vilken kan uppskattas med datormodeller (Rounsevell, 1993), användes en existerande modell som utvecklats i Sverige, den s. k. SOIL-modellen, för att simulera den

dagliga vattenhalten (Jansson, 1991a, b). SOIL-modellen kördes med markparametrar för en mellanlera (tabell 2) och med dagliga väderdata från Linköping för perioden 1980-2002 och Uppsala för perioden 1980-1999.

Tabell 2. Några fysikaliska markparametrar och hydrauliska egenskaper för den mellanlera som användes i SOIL-modellen för att simulera den dagliga markvattenhalten i Linköping och Uppsala (de Toro och Hansson, 2004a)

Parameter	Källa	Marklager 0-100 mm	Marklager 101-1200 mm
Porositet, %	Uppmätt	45 ($\sigma=7.7$)	45
Skrymdensitet, kg/m ³	Uppmätt	1370 ($\sigma=206$)	-
Porstorleksfördelningsindex	Anpassad ¹	0,06	0,05
Tryckpotential hos markvatten vid luftinträde, Pa	Anpassad ¹	49	49
Residual vattenhalt, %V/V	McGechan m. fl. (1997)	7,5	7,5
Mättad genomsläpplighet (inkl. makroporer), mm/timme	McGechan m. fl. (1997)	57	57
Genomsläpplighetskoefficient vid ett bindningstryck på 590 Pa, mm/timme	McGechan m. fl. (1997)	23	5

¹ Anpassad enligt proceduren föreslagen av McGechan m. fl. (1997).

När den dagliga markvattenhalten var uppskattad med SOIL-modellen, användes dessa värden tillsammans med de gränsvärden som visas i tabell 3 för att bestämma markens bearbetbarhet. Potentialen för markvatten vid utrullningsgränsen användes som tröskelvärde för 0–30 mm marklager vid såbäddsberedning och sådd. För 31-70 mm marklager jämfördes de simulerade vattenhalterna från SOIL-modellen med markvattenhalterna vid starten för vårsådden på en gård nära Uppsala. Den genomsnittliga vattenhalten under 10 år användes som tröskel för att bestämma jordens bearbetbarhet. Denna metod antog att lantbrukaren startade vårsådden så snart marken redde sig alla dessa år. I viss mån gjorde den här kalibreringsproceduren med en riktig gård så att vissa systematiska avvikelser av de simulerade vattenhalterna kunde undvikas och underlättade dessutom valet av vattenhaltgränser för att bestämma jordens bearbetbarhet (de Toro och Hansson, 2004a).

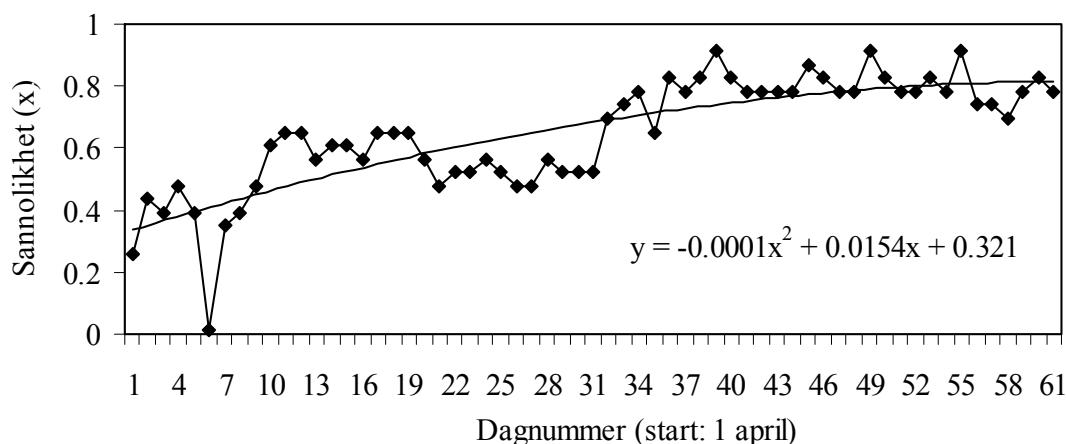
Tabell 3. Markvattenhaltens tröskelvärde och tjocklek av ej frusna marklager för en mellanlera som användes för att bestämma markens bearbetbarhet för plöjning, såbäddsberedning, sådd och skörd i Linköping och Uppsala (de Toro och Hansson, 2004a)

Fältoperation	Kriterier för markens bearbetbarhet, potential för markvatten, kPa (%) fältkapacitet, pF 2)		Tjocklek av ej fruset lager, mm
	Marklager (mm)		
	1 - 30	31 - 70	
Plöjning	1,0 (110)	1,0 (110)	100 - 400
Såbäddsberedning och sådd ¹	60 (85)	2,0 (107)	0 - 100
Skörd ²	1,0 (110)	1,0 (110)	

¹ Sådden utförs med en harvsåmaskin.

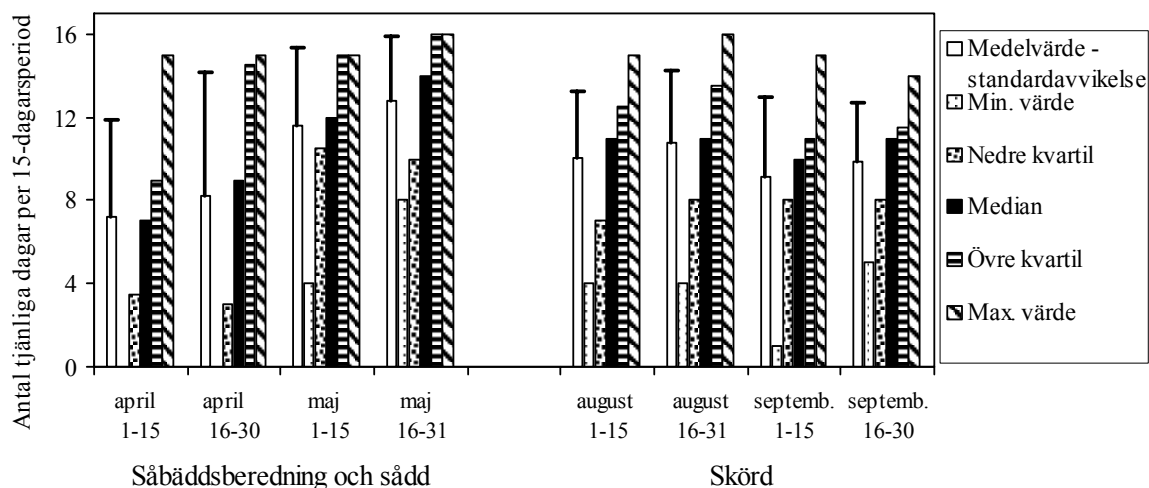
² Dessutom tillkommer en daglig diskonteringssumma för regn mindre än 1,3 mm för skörden med en diskonteringsfaktor på 20% (Witney, 1995).

Sannolikheten för tjänliga arbetsdagar i Linköping för såbäddsberedning och sådd på en mellanlera ökade från en låg nivå i början av april till ca. 80% i slutet på maj (figur 3). Dessa värden bestämdes från de dagliga vattenpotentialerna under de 23 år (1980-2002) som simulerades med SOIL-modellen med väderdata från väderstationen i Malmslätt utanför Linköping samt från vattengränserna i tabell 3.



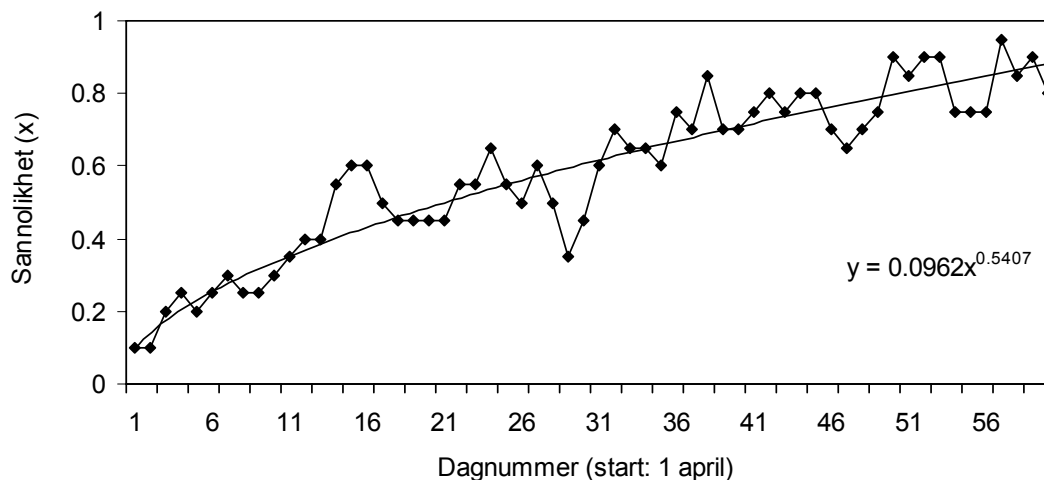
Figur 3. Sannolikhet för tjänliga arbetsdagar för såbäddsberedning och sådd i april och maj i Linköping för en mellanlera. Sannolikheten är baserad på 23 års väderdata och dagliga simulerade vattenhalter med SOIL-modellen.

Figur 4 visar antalet tjänliga arbetsdagar och deras kvartildistribution i Linköping för såbäddsberedning och sådd under våren samt för skörd. Enligt denna uppskattning varierade antalet tjänliga dagar avsevärt från år till år, särskilt de första två veckorna i april.



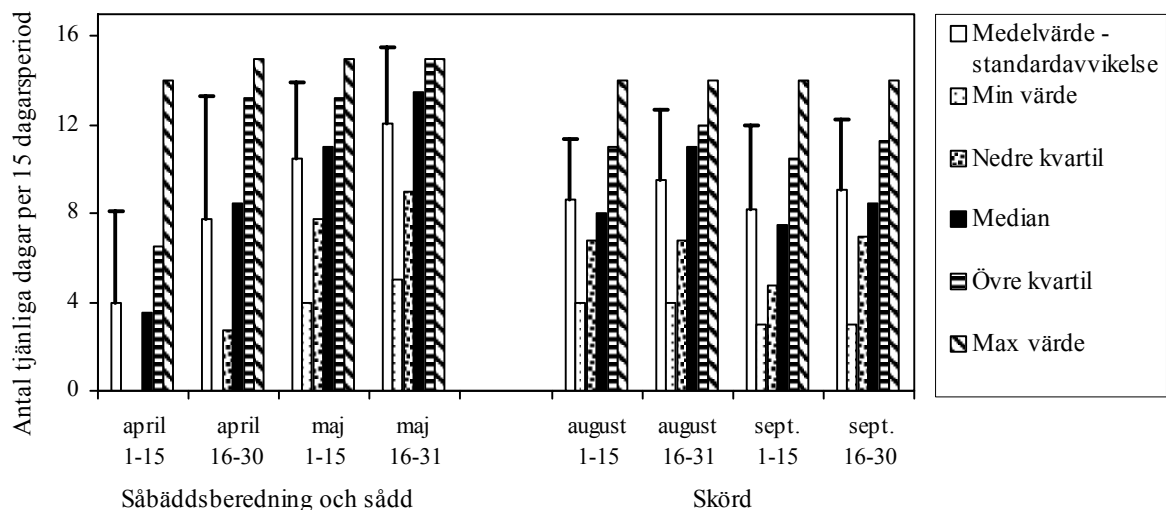
Figur 4. Uppskattat antal tjänliga arbetsdagar och deras kvartildistribution per 15 dagars period för såbäddsberedning och sådd under våren och skörd för en mellanlera i Linköping (baserad på 23 års väderdata).

På liknade sätt som för Linköping uppskattades sannolikheten för tjänliga arbetsdagar och deras kvartilfördelning för Uppsala. Värdena bestämdes från de dagliga vattenpotentialerna för de 20 år (1980-1999) som simulerades med SOIL-modellen med väderdata från Uppsala och med vattengränserna i tabell 3. Sannolikheten för en tjänlig arbetsdag för såbäddsberedning och sådd på en mellanlera ökade från en låg nivå i början av april till ca. 80% i slutet av maj (figur 5).



Figur 5. Sannolikhet för tjänliga arbetsdagar för såbäddsberedning och sådd i april och maj för en mellanlera i Uppsala. Sannolikheten är baserad på 20 års väderdata och dagliga vattenhalter simulerade med SOIL-modellen (de Toro och Hansson, 2004a).

Figur 6 visar antalet tjänliga arbetsdagar och deras kvartildistribution för såbäddsberedning och sådd under våren och skörd i Uppsala. Liksom för Linköping varierade antalet tjänliga dagar avsevärt för såbäddsberedning och sådd från år till år, särskilt de två första veckorna i april. Det genomsnittliga antalet tjänliga dagarna för skörd var 8-9 per 15-dagarsperiod, vilket är lägre än i Linköping (10-11).



Figur 6. Uppskattat antal tjänliga dagar och deras kvartildistribution per 15 dagarsperiod för såbäddsberedning och sådd under våren och skörd för en mellanlera i Uppsala (baserad på 20 års väderdata).

2.3. Uppskattning av antalet tjänliga dagar i Malmöområdet

Markens bearbetbarhet uppskattades för Malmö på liknade sätt som för Linköping och Uppsala. Eftersom samverkansgårdarnas jord är sandig kördes SOIL-modellen med parametrar för en sandig jord (tabell 4) och med dagliga väderdata från Malmö för perioden 1980-1994 för att uppskatta den dagliga markvattenhalten.

Tabell 4. Några fysikaliska parametrar och hydrauliska egenskaper som användes i SOIL-modellen för att simulera den sandig markens¹ vattenhalt i Malmö

Parameter	Marklager	
	0-100 mm	101-600 mm
Sand, kg/m ³	580	540
Lera, kg/m ³	110	120
Porositet, %	44	40
Skrymdensitet, kg/m ³	1370 ($\sigma=206$)	-
Porstorleksfördelningsindex	0,2	0,26
Tryckpotential hos markvatten vid luftinträde, Pa	500	1290
Vattenhalt vid vissningsgräns, % V/V	2,45	2,45
Residual vattenhalt, % V/V	0,2	4,7
Mättad genomsläpplighet för vatten (inkl. makroporer), mm/timme	96	138

¹ Mark Västregård i markdatabasen för SOIL-modellen (Wiklert m. fl. 1983).

Den dagliga markvattenhalten som uppskattades med SOIL-modellen och gränsvärdena som visas i tabell 5 användes för att bestämma markens bearbetbarhet. Eftersom man inte hade tillräckliga markdata från gårdarnas jord för att estimerar den dagliga jordens bearbetbarhet enbart utifrån markens egenskaper, tillämpades en kombination av väder (d.v.s. nederbörd) och markvattenhalt för att uppskatta den dagliga markens bearbetbarhet (tabell 5). Denna

procedur resulterade förmodligen i en sämre uppskattning för jordens bearbetbarhet än den procedur som användes för mellanlerorna i Linköping och Uppsala.

Tabell 5. Markvattenhaltens tröskelvärde och tjocklek av ej frusna marklager för den sandiga jord¹ i Malmö som användes för att bestämma markens bearbetbarhet för plöjning, såbäddsberedning, sådd och skörd

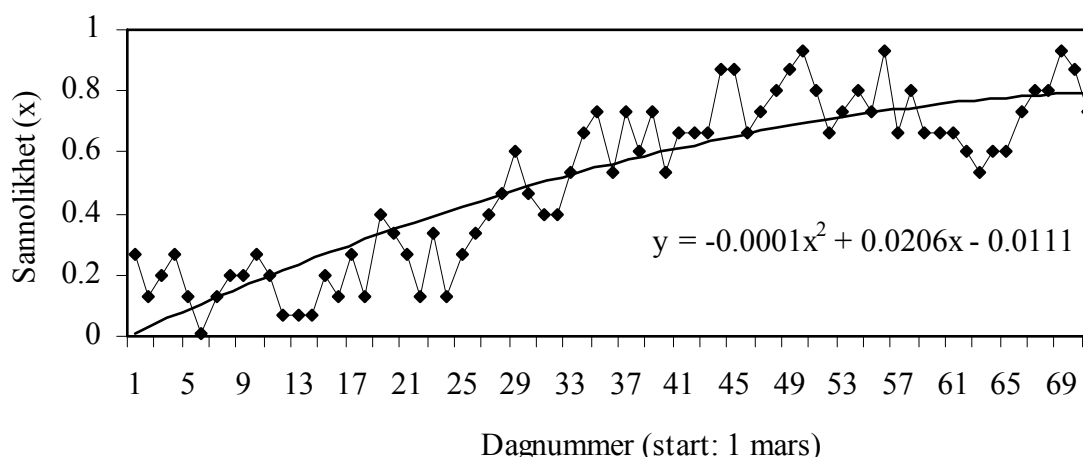
Fältoperation	Kriterier för markens bearberbarhet, potential för markvatten, kPa		Tjocklek av ej fruset lager, mm	Summa ³ dagligt regn mindre än (mm)
	Marklager (mm)			
	1 - 30	31 - 70		
Plöjning	3	2,5	100 - 400	4
Sådbäddsberedning och sådd ²	4	3	0 - 100	2
Skörd	3	2,5		1,3

¹ Mark Västregård i markdatabasen för SOIL-modellen (Wiklert m. fl. 1983).

² Sådden utförs med en harvsåmaskin.

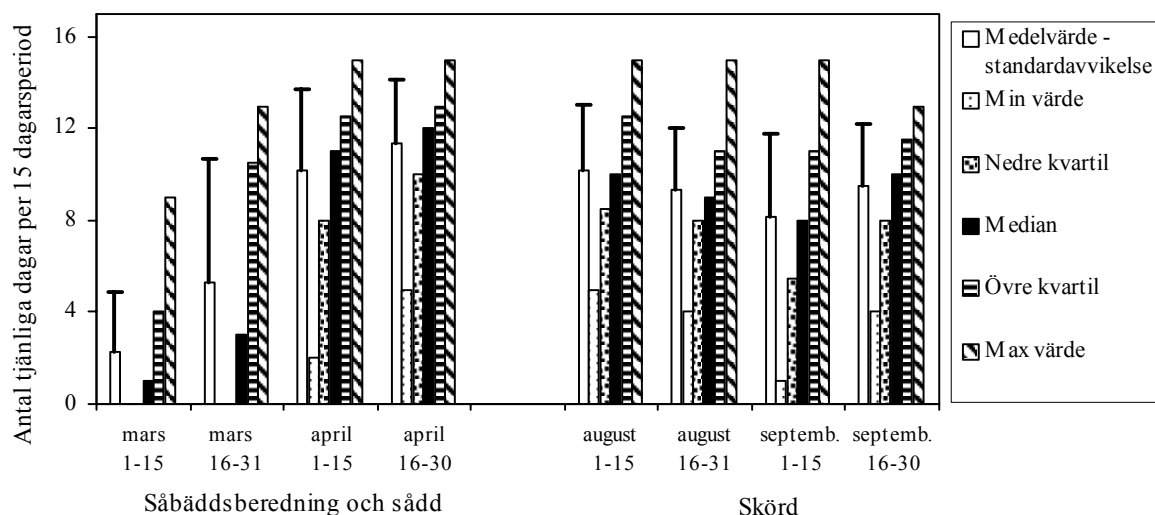
³ Daglig diskonteringssumma för regn med en diskonteringsfaktor på 20%.

Enligt den uppskattning som visas i figur 7 ökade sannolikheten för en tjänlig arbetsdag för såbäddsberedning och sådd på en sandig jord i Malmö från ca. 20% i början av mars till 80% i början av maj.



Figur 7. Sannolikhet för tjänliga arbetsdagar för såbäddsberedning och sådd i mars, april och första delen av maj i Malmö för en sandig jord. Sannolikheten är baserad på 15 års dagliga simulerade vattenhalter med SOIL-modellen och de tröskelvärden som finns i tabell 5.

Figur 8 visar antalet tjänliga arbetsdagar och deras kvartildistribution för såbäddsberedning och sådd under våren och skörd i Malmö. Enligt dessa uppskattningar varierade antalet tjänliga dagar i betydande utsträckning, särskilt i mars månad. Standardavvikelsen var hög i mars, vilket indikerar en stor variation från år till år.



Figur 8. Uppskattat antal tjänliga dagar och deras kvartildistribution per 15-dagarsperiod för såbäddsbereidning och sådd under våren och skörd för en sandig jord i Malmö (baserad på 15 års väderdata).

2.4. Simuleringsmodell för fältarbete

Proceduren för att uppskatta läglighetskostnaderna är skissad i figur 2. Med de Toro och Hanssons (2004a) simuleringsmodell för fältoperationer kan man simulera fältarbetet på en gård under flera år med beaktande av arbets- och maskinresurser med olika management-aspekter. Modellen kördes för 15-23 år för att beräkna läglighetskostnaderna med dagligt jordbearbetningstillstånd som input för olika maskinuppsättningar och med grunddata från gårdarna. Viktiga utdata från modellen var årliga sådd- och skördedatum som användes för att beräkna läglighetseffekten på fältnivå. En uppskattning av läglighetseffekten på fältnivå var särskilt viktig för skörden p.g.a. den spridning som finns i mognadstidspunkt för individuella fält och därmed eventuell överlappning av deras enskilda "optimala" skördetidpunkter. Enkla metoder som *ekvation 1* (ASAE Standards 2000a) är svåra att tillämpa under sådana premisser.

De "virtuella" gårdarna i simuleringsmodellen bestod av 10-35 fält som fördelades på 5-15 fält för vårgöröror och 5-20 för höstgöröror. Gårdarnas storlek och förutsättningar påverkade antal fält. Detta innebär att sådden eller skörden tog cirka 1 eller 2 dagar för varje fält.

2.5. Uppskattning av läglighetskostnader

Ekvation 2 användes för att uppskatta den årliga spannmålsförlusten för varje fält vid fördröjning av sådden och skörden. Utförandedatum för dessa operationer och parametrar från tabell 6 användes i *ekvation 2* för att beräkna "straffavgiften" för varje fält.

$$Y_l = P_d A_f (D_s - D_o) + 0.5 P_d A_f (D_f - D_s) \quad (2)$$

där:

- Y_l = årlig minskning av skörden för ett enskilt fält, kg
- P_d = läglighetseffekt, (tabell 6), kg/dag och ha
- A_f = fältareal, ha
- D_s = startidpunkt för operationen, dagnummer
- D_o = den optimala tidpunkten för operationen (tabell 6), dagnummer
- D_f = sluttidpunkt för operationen, dagnummer

I fallet där $D_f < D_o$, tilldelades fältförlusterna (Y_l) värdet 0. I andra fall när $D_s < D_o$ och $D_f > D_o$, tilldelades D_s värdet D_o . Den sista tilldelningen införde ett mindre fel i beräkningen av läglighetskostnaden för höstsådden. Vårsådden och skörden började alltid med den "optimala" dagen eller senare.

Tabell 6. Några parametrar för att beräkna läglighetskostnader för spannmål i Linköping, Malmö och Uppsala (de Toro, 2004)

Parameter	Källa	Linköping och Uppsala	Malmö
Spannmålsvärde i fältet, kr/kg	Antagen	0,7	0,7
Läglighetseffekt, kg/dag och ha			
Vårsådd	Mattson (1990)	43	22
Höstsådd	Andersson (1983)	30	17
Skörd	Nilsson (1976)	44	42
Läglighetseffekten beräknat från datum			
Vårsådd	Mattson (1990)	19 april ¹	18 mars ¹
Höstsådd	Andersson (1983)	15 sept. ¹	25 sept. ¹
Skörd	Beräknade av modellen	Mognadsdatum + slump ²	
Slumptal lagt till skördedatum ²			
Vårsådd	Jordbruksstatistisk ²	0-6	0-13
Höstsådd		0-5	0-5
Period för höstsådden, datum	Andersson, 1983	1-30 sept.	10 sept.–20 okt.
"Straff" för de fält som var planerade att bli sådda under hösten men som såddes följande vår, kg/ha	Jordbruksstatistisk ³	1256	2383
"Straff" för ej odlade fält, kg/ha	Jordbruksstatistisk ⁴	1411	3184
"Straff" för ej skördade fält, kg/ha	Jordbruksstatistisk ⁵	4401	5304

¹ Straff baserat på fördröjd sådd.

² Baserad på variationsvidden av mognadsdatum för höstveten under 5 år (Fältforskningsenheten, 2002, internetreferens), och på variationsvidden av medianvärdena för mognadsdatum för de vanligaste vårstråsäden (SCB, 1989-1993).

³ Baserad på skillnader av normskörden mellan höstveten och vårstråsäd för år 2001 viktat efter areal (50% korn, 25% vårvete och 25% havre) (SCB, 2002).

⁴ Baserad på arrendepreis för år 2000, uppräknat till 2003 års prisnivå och omvandlat till kg spannmål (SCB, 2002).

⁵ Normskörd för år 2001 för vårsäd, viktad efter areal (50% korn, 25% vårvete och 25% havre) (SCB, 2002).

Läglighetskostnadens storlek för skörden uppskattades från mognadsdagen, vilket beräknades av modellen med hjälp av en procedur baserad på daglig temperatur och fotoperiod (Angus m. fl., 1981). Eftersom proceduren bara uppskattade mognadsdagen för ett spannmålslag och lantbrukarna odlade flera grödor, modifierades de uppskattade mognadsdagarna för de enskilda fälten med en slumpmässig faktor: 0-5 dagar för höstveten (Fältforskningsenheten, 2002, internetreferens) och 0-6 och 0-13 dagar för vårgrödor, baserat på medianvärden för mognadsdatum för de viktigaste spannmålsgrödorna som odlas runt Linköping, Uppsala och Malmö (SCB, 1989-1993). Följaktligen var mognadsdatumet för de enskilda fälten ett resultat av vädret och den slumpmässiga variationen (de Toro och Hansson, 2004a).

Det beräknades även kostnader för de fält som var planerade för höstsådd, men där genomförandet sköts upp till följande vår samt för ej skördade fält, vilket skedde under regniga år i de fall maskinkapaciteten var låg.

När de årliga spannmålsförlusterna uttryckta i kg för sådd och skörd var uppskattade för varje fält, beräknades de årliga läglighetskostnaderna för hela gården uttryckt i kr, både med avseende på genomsnitt och variation.

2.6. Beräkningsförutsättningar för maskinkostnader

Alla monetära värden är givna i kr i 2003 års prisnivå om inget annat specificeras. Pris och kostnader från tidigare år har omvandlats till 2003 års prisnivå med konsumentprisindex.

Den specifika maskinkostnaden beräknades med en standardmetod (ASAE Standards, 2000a, b). Parametrarna i metoden justerades efter de enskilda gårdarnas förutsättningar.

Avskrivningarna var baserade på maskinhandelns riktpriiser med restvärden mellan 10 och 35% beroende på årlig användning och maskintyp. Att riktpriiser användes innebär dock en viss överskattning av kapitalkostnaden p.g.a. att maskiner ofta inhandlas till lägre pris än riktpris. I de fall det fanns maskiner på gårdarna som var äldre än 20 år så inkluderades dessa inte i analysen. Den reala räntan antogs vara 6%. ASAEs parametrar för reparation och underhåll justerades efter den årliga användningen för varje gård och vid lågt utnyttjande minskades parametrarna. För bränsleförbrukningen användes de värden som beskrivits av Danfors (1989), med en bränslekostnad på 6,2 kr/l. Arbetskostnaderna antogs vara 165 kr/timme.

2.7. Utvärdering av icke-ekonomiska aspekter av maskinsamverkan

Alla lantbrukare som deltog i maskinsamverkan intervjuades för att utreda deras åsikter om samarbetets för- och nackdelar.

2.8. Beskrivning av gårdarna före och efter samverkan

2.8.1. Linköping

Maskinsamverkan i Linköping är i första hand ett samarbete mellan grannar som utbyter maskintjänster på ett informellt sätt (utan skrivna avtal). Samarbetet har vuxit de senaste åren efter ökat behov. Det är ca. 13 gårdar som ingår, från 38 ha åkermark till över 200 ha för de största gårdarna. De är inriktade på spannmålsproduktion och höstvet är deras huvudgröda. För två år sedan anskaffade flera av dessa gårdar en större gemensam torkanläggning, vilken har bidragit till diskussioner om att bilda ett gemensamt driftbolag.

Maskinsamarbetet har gått så långt på några gårdar att de äger vissa maskiner gemensamt och utbyter tjänster, särskilt vid skörden. Som en typisk grannsamverkan varierar samarbetets omfattning från ett år till ett annat p.g.a. att kollaborationen är ganska flexibel, beroende på behovet. Dock har detta utbyte av arbets- och maskintjänster gjort det möjligt för vissa gårdar att skaffa sig större och bättre maskiner. Dessutom har erfarenheterna från den gemensamma torkanläggningen visat att det är fördelaktigt att samarbeta. Lantbrukarna bildade en studiecirkel för att diskutera frågor om maskinkostnader och ett eventuellt bildande av ett driftbolag. Ett förslag om en maskinuppsättning för detta har nu tagits fram.

Tabell 7 visar grunddata, storlek och maskinsammansättning för 5 av de 13 gårdarna som överväger att ingå i det tänkbara driftbolaget. Som alternativ till den nuvarande maskinparken

för de enskilda gårdarna, kommer tre alternativa maskinuppsättningar för driftbolaget (tabell 8) att analyseras:

- Alternativ 1 (Alt1) är ett grundalternativ för det gemensamma driftbolaget (tabell 8).
- Alternativ 2 (Alt2) är samma maskinuppsättning som Alt1 men färre men större traktorer. Två nya traktorer ersättes av två äldre, huvudsakligen för transport av spannmål under skörden och för andra lättare arbeten. Arbetskraften delas in i två arbetslag, ett som består av fyra förare med ansvar för skörden och ett annat lag med fyra förare som jobbar skift med jordbearbetning och sådd. Under sådden och vid behov finns det ytterligare två förare tillgängliga. Femtio procent högre arbetskostnader antogs för skiftarbete och arbetstiden för varje skift var 8 timmar/dag.
- Alternativ 3 (Alt3) var en maskinuppsättning liknande Alternativ 2 men med bara en större tröska och ett mindre arbetslag för skörden.

Dessutom antogs följande:

- Skördeoperationen genomfördes bara under dagtid med 8 timmars fältarbete per dag för alla gårdarna.

Antalet förare var tillräckligt för de valda skördemaskinerna och för spannmålstransporterna. Vid de fall då gårdarna delade tröska med en annan gård av liknande storlek (fallet av gård 1 och 2, tabell 7) minskade tröskans tillgänglighet till hälften.

Tabell 7. Grunddata, maskinsammansättning och storlek för fem av de 13 gårdarna som kan ingå i en grannsamverkan i Linköping

	Gård				
	1 ¹	2 ¹	3 ^{1,3}	4	5 ²
Odlad areal (exkl. träda), ha	215	220	80	28	62
Arbete ⁴ , timmar/dag	18	16	16	12	7
Traktorer, antal x effekt, kW	1 x 97 1 x 101	1 x 144	1 x 108	1 x 72	1 x 90
Plogar, antal x skär	1 x 4s	1 x 5s	1 x 4s	1 x 3s	1 x 4s
Harvar, antal x bredd, m	1 x 8	1 x 7	1 x 8,1	1 x 5	1 x 6
Såmaskiner, antal x bredd, m	1 x 4	1 x 4	1 x 4	1 x 4	1 x 4
Vältar, antal x bredd, m	1 x 10	1 x 10	1 x 10	1 x 10	1 x 10
Tröskor, antal x bredd, m	1 x 7,6	1 x 7,6	1 x 7,6	1 x 3,4	1 x 7,6

¹ Gård 1 och 2 samarbetar vid skörden (var och en äger 50% av tröskan), vilket möjliggör en flygande tömning i operationen). De säljer tjänsten till gård 3.

² Gård 5 har större maskiner och fungerar som maskinstation. Den har en 36 m bred självgående spruta. De andra gårdarna brukar köpa den här tjänsten.

³ Gård 3 odlar huvudsakligen höstgrödor.

⁴ Arbetskraft under skördeperioden.

Tabell 8. Grunddata och maskinsammansättning för tre mekaniseringssystem¹ för ett eventuellt maskinsamarbete mellan 13 gårdar i Linköping i form av gemensam drift

	Alt 1	Alt 2 (Skift) ²	Alt 3 (Skift) ²
Odlad areal med spannmål och oljeväxter, ha	900	900	900
Arbete ³ , timmar/dag	60	62	48
Traktorer, antal x effekt, kW	1 x 110 2 x 147 1 x 184	1 x 147 1 x 184 2 gamla	1 x 147 1 x 184 2 gamla
Plogar, antal x skär	2 x 5s	2 x 5s	2 x 5s
Harvar, antal x bredd, m	1 x 9	1 x 9	1 x 9
Såmaskiner, antal x bredd, m	1 x 6	1 x 6	1 x 6
Vältar, antal x bredd, m	1 x 12	1 x 12	1 x 12
Tröskor, antal x bredd, m	2 x 7,6	2 x 7,6	1 x 9

¹ Kompletterande maskiner: en 6,5 m bred carrier, en 24 m spruta, en 24 m konstgödselspridare.

² Skiftarbete för jordbearbetning och sådd, två andrahandstraktorer, huvudsakligen för transporter under skörd och sådd.

³ Arbetskraft under skördeperioden

2.8.2. Malmö

Samarbetet i Malmö är en Kooperation mellan två gårdar: en på 220 ha inriktad enbart på vegetabilisk produktion och en 139 hektar gård med vegetabilisk och animalisk produktion. Gården på 220 ha (Gård 1 i tabell 9) odlade ca. 130 ha spannmål, 45 ha sockerbeter, 24 ha ängsgröe och resten oljeväxter och spenat före samverkan. Gård 2 var i sin vegetabilieproduktionen inriktad på spannmål (50% höstvet och 50% vårröror) och ca. 30 ha sockerbeter.

Efter 4 års samverkan har Gård 1 tagit ansvaret för den vegetabiliska delen av produktionen för båda gårdarnas arealer. Under de första samverkansåren var odlingstekniken baserad på traditionell jordbearbetning där plöjningen var en viktig operationen. Nu har man ändrat strategi och har en reducerad jordbearbetning, särskilt vid odling av spannmål och oljeväxter. Denna jordbearbetningsteknik underlättas av den marktextur som gårdarna har (sandig jord).

För att undersöka vilka konsekvenserna av maskinsamverkan blir på de totala maskinkostnaderna analyserades före och under samverkan (tabell 9) enligt:

- Samverkan (Sam1) representerar samverkan under de första åren, d.v.s. en jordbearbetningsteknik baserad på plöjning.
- Alternativ 1 (Alt1) representerar den aktuella samverkan med reducerad jordbearbetning och med arbetskraft bestående av 3 förare.
- Alternativ 2 (Alt2) är en maskinuppsättning med endast en 6,7 m tröska, 9 timmars fältarbete per dag och flygande tömning. Arbetskraften består av 2 förare.

Tabell 9. Gårdarnas grunddata, maskinsammansättning och storlekar före samverkan, under samverkan och några alternativa samverkanssystem i Malmö

	Gård 1 ¹	Gård 2 ¹	Samverkan	Alt 1	Alt 2
Odlad areal ² , ha	220	139	390	390	390
Arbete ³ , timmar/dag	20	20	25	25	18
Traktorer, antal x effekt, kW	1 x 101 1 x 104	1 x 97	1 x 115 1 x 137 1 x 144	1 x 115 1 x 137 1 x 144	1 x 137 1 x 144
Plogar, antal x skär	1 x 4s 1 x 6s	1 x 4s	1 x 4s 1 x 5s	1 x 4s	1 x 4s
Harvar, antal x bredd, m	1 x 6,0 1 x 7,2	1 x 7,4	1 x 7,4	1 x 7,4	1 x 7,4
Såmaskiner, antal x bredd, m	1 x 6	1 x 4	1 x 4	1 x 4	1 x 4
Vältar, antal x bredd, m	1 x 12	1 x 6	1 x 12	1 x 12	1 x 12
Precisionssåmaskin, antal x rader ⁴	1 x 12	1 x 6	1 x 12	1 x 12	1 x 12
Betupptagare, antal x rader ⁴	1 x 2	1 x 2	1 x 2	1 x 2	1 x 2
Tröskor, antal x bredd, m	1 x 4,6 1 x 4,9	1 x 4,3	1 x 6,1 1 x 6,7	1 x 6,1 1 x 6,7	1 x 6,7

¹ Gård 1 använder harvsådd och gård 2 använder traditionell såteknik.

² Ca. 30 ha köptes efter samverkans start.

³ Arbetskraft under skördeperioden.

⁴ De specialiserade maskinerna för betodling ägdes tillsammans före samverkans start.

2.8.3. Uppsala

De sex gårdarna som var med i samverkan ligger ca. 15 km från Uppsala. De har en odlad areal på mellan 59 och 164 ha och den vanligaste jordarten är mellanlera. Före samverkan odlades det höstgrödor på ca. 45% av arealen vilket huvudsakligen var höstvet och på resterande areal odlades vårgörder såsom korn, vårvete, havre och raps. Arbetskraften bestod huvudsakligen av ägarna som jobbade deltid på gårdarna med undantag av en lantbrukare som jobbade heltid och hade tillfälligt anställda under sådd- och skördeperioderna (tabell 10).

År 1999 startade lantbrukarna ett driftbolag där alla produktionsresurserna förenades med målet att få bättre ekonomi, samtidigt som de behöll sin egendomsrätt. Samarbetet är reglerat i ett detaljerat kontrakt och stadgarna specificerar att samverkan är en "ekonomisk enhet" med gemensamma inköp, gemensam försäljning och gemensam arbetskraft. Vinsterna eller förlusterna fördelas bland medlemmarna efter den arealandel som de ägde vid samverkans början (tabell 10). Vid övergångsfasen valde lantbrukarna de bästa maskinerna från de enskilda gårdarna och behöll dem i individuellt ägande och debiterade samverkansorganisationen för deras maskin- och arbetstjänster med en avtalad avgift. Vid nya investeringar kommer de nya maskinerna att ägas av organisationen. Vinsterna behålls inom samverkansorganisationen för att kunna öka det gemensamma kapitalet.

Lantbrukarna har fortsatt att odla samma grödor med målet att 45% av arealen ska odlas med höstvet. Arbetskraften består fortfarande av lantbrukarna med tillfälligt anställd personal.

Tabell 10. Gårdarnas grunddata, maskinsammansättning och storlek före samverkan i Uppsala

	Gård					
	1 ¹	2 ²	3	4 ²	5	6
Odlad areal, ha	164	74	100	74	59	141
Arbete ³ , timmar/dag	14	8	13	13	7	10
Traktorer, antal x effekt, kW	1 x 90 1 x 103	1 x 57 2 x 110	1 x 100 1 x 115	1 x 65 1 x 65	1 x 52 1 x 93	1 x 97 1 x 116
Plogar, antal x skär	1 x 4s	1 x 4s	1 x 4s	1 x 4s	1 x 4s	1 x 4s
Harvar, antal x bredd, m	1 x 6,6	1 x 8,1	1 x 8,1	1 x 6,6	1 x 6,6	1 x 8,9
Såmaskiner, antal x bredd, m	1 x 4	1 x 4	1 x 4	1 x 4	1 x 4	1 x 4
Vältar, antal x bredd, m	1 x 12	1 x 6	1 x 4,5	1 x 5	1 x 4,5	1 x 10
Tröskor, antal x bredd, m	1 x 5,2	1 x 5,2	1 x 5,2	1 x 3,7	1 x 4,8	1 x 5,2

¹ Gård 1 inkluderar en begagnad traktor och en begagnad tröska.

² Gårdarna 2 och 4: traditionell såteknik, de andra utnyttjar harvsådd.

³ Arbetskraft under skördeperioden.

Som alternativ till den nuvarande maskinparken analyserades också tre andra maskinuppsättningar (tabell 11) enligt:

- Alternativ 1 (Alt1) är den aktuella maskinuppsättningen men med ökad arbetskaperitet med 2 förare och med två arbetsskift för jordbearbetning och sådd. Femtio procent högre arbetskostnader antogs för skiftarbete.
- Alternativ 2 (Alt2) är en maskinuppsättning med större plöjnings- och såddkapacitet men med färre och större traktorer än i "Alt1". Två "äldre traktorer" inkluderades också i detta alternativ, huvudsakligen för transport av spannmål under skörden och andra lättare arbeten. Arbetskraften delades in i två lag, ett med ansvar för skörden (4 förare) och ett med ansvar för jordbearbetning och sådd (två förare plus en till under sådden). Arbetstiden för varje skift var 8 timmar/dag.
- Alternativ 3 (Alt3) är en maskinuppsättning liknande "Alt2", men med bara en större traktor och ett stort redskap för varje fältoperation med undantag för skörden. Två förare jobbade skift, var och en i ett arbetspass (8 + 8 timmar per dag). De två "äldre traktorerna" i "Alt1" inkluderades också i den här uppsättningen.

Dessutom antogs följande:

- Skörden genomfördes bara under dagtid med 7 timmars fältarbete per dag för alla gårdarna.
- Antalet förare var tillräckligt för de valda skördemaskinerna och för spannmålstransporterna med undantag av gårdarna 2 och 5 (tabell 10), där skördekapaciteten anpassades till den tillgängliga arbetskraften.

Tabell 11. Grunddata, maskinsammansättning och storlek för samverkan och tre alternativa mekaniseringssystem i Uppsala

	Sam	Alt 1 (Skift) ¹	Alt 2	Alt 3 (Skift) ^{1, 2}
Odlad areal (exkl. träda), ha	560	560	560	560
Arbete ³ , timmar/dag	45-55	62	48	48
Traktorer, antal x effekt, kW	2 x 60 1 x 90 3 x 115	2 x 60 1 x 90 3 x 115	1 x 115 1 x 160 2 äldre ²	1 x 160 2 äldre ²
Plogar, antal x skär	2 x 4s	2 x 4s	1 x 6s 1 x 7s	1 x 7s
Harvar, antal x bredd, m	1 x 8,1 1 x 8,9	1 x 8,1 1 x 8,9	1 x 10	1 x 10
Såmaskiner, antal x bredd, m	2 x 4	2 x 4	1 x 4 1 x 5	1 x 5
Vältar, antal x bredd, m	1 x 6 1 x 12	1 x 6 1 x 12	1 x 12	1 x 12
Tröskor, antal x bredd, m	1 x 5,2 1 x 6,7	1 x 5,2 1 x 6,7	1 x 5,2 1 x 6,7	1 x 5,2 1 x 6,7

¹ Skiftarbete för jordbearbetning och sådd.

² Två andrahandstraktorer, huvudsakligen för transporter under skörd och sådd.

³ Arbetskraft under skördeperioden.

2.9. Känslighetsanalys för Uppsalaområdet

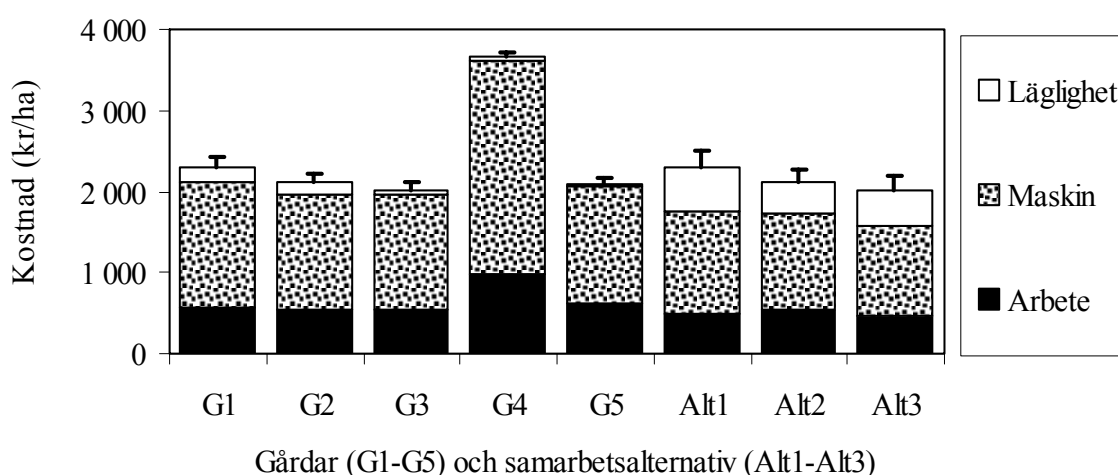
Den nuvarande samverkan, "Sam", och uppsättningen "Alt2", som var ett av de bästa alternativen, jämfördes med hänsyn till läglighetskostnadernas variation när den dagliga effektiva fältkapaciteten (DEFK) varierades stegvis med 15%. DEFK, som kan uttryckas som ha per dag, integrerar effekterna av maskinstorlek och management när det gäller hur snabbt en viss fältoperation kan utföras (Tulu m. fl., 1974). Detta är i sin tur direkt kopplat till läglighetskostnaderna, som är den viktigaste faktorn till variationen av de totala kostnaderna. DEFK kan varieras genom ändring av en eller flera parametrar, t. ex. arbetstid, körhastighet, maskinbredd/storlek och den arbetstekniska verkningsgraden i fältet. Den arbetstekniska verkningsgraden är i sin tur beroende av flera faktorer såsom fältstorlek, arrondering, vändtid, körhastighet, mindre avbrott, maskinbredd, avkastning och tömningstid vid skörden, osv. Uppenbarligen är högre DEFK och antalet tjänliga dagar utbytbara mot varandra om arbetet går att utföra under en given period.

3. RESULTAT

3.1. Samverkan i Linköping

3.1.1. Totala maskinkostnader för jordbearbetning, sådd och skörd

Arbetskostnader och specifika maskin- och läglighetskostnader för jordbearbetning, sådd och skörd för de mekaniseringssystem som gårdarna hade år 2004 och för några alternativa maskinsamarbete åskådliggörs i figur 9. Gårdarna "G1" - "G5" har redan ett visst informellt maskinsamarbete. Den genomsnittliga totala kostnaden var 2249 kr/ha för de 5 gårdarna och 2111 kr/ha för samverkansalternativet "Alt2" (figur 9), d.v.s. en minskning med 6%, men reduceringen var inte likvärdig för alla gårdarna. Läglighetskostnaderna var relativt höga för de gemensamma maskinuppsättningarna (figur 9, "Alt1" - "Alt3"). Gård 3, som bara odlade höstgrödor, hade särskilt låg läglighetskostnad.



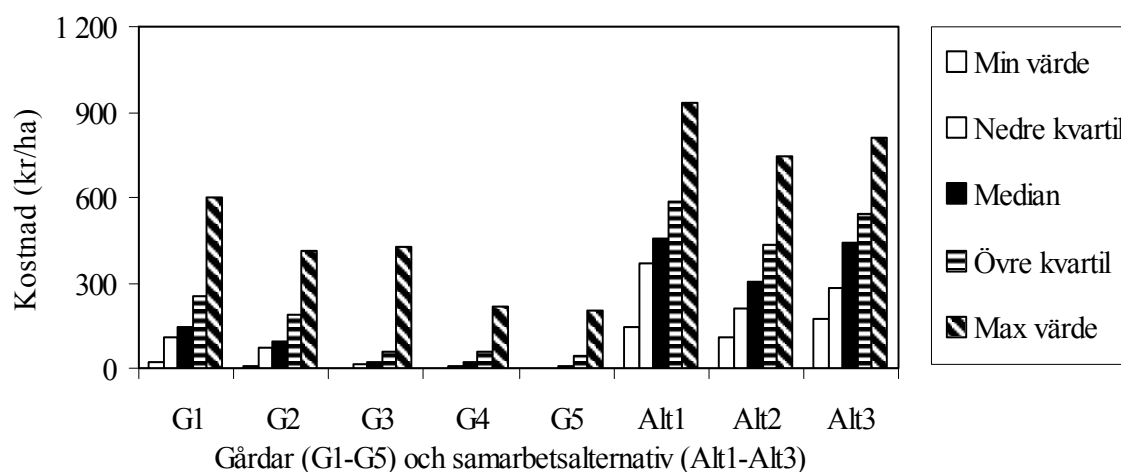
Figur 9. Arbetskostnader, specifika maskin- och läglighetskostnader för jordbearbetning, sådd och skörd för de mekaniseringssystem som gårdarna hade år 2004 (G1-G5), då det förekom ett visst informellt samarbete, samt för några samarbetsalternativ i form av gemensam drift (Alt1-Alt3) i Linköping. Felstaplarna representerar standardavvikelsen ($n=23$). För detaljer om maskinuppsättningar, se tabellerna 7 och 8.

Kvartilfördelningarna ($n=23$) för läglighetskostnader visas i figur 10. Som kunde förväntas, var läglighetskostnaderna låga under gynnsamma år, men under regniga år ökade de från ett lågt värde till ca. 600 kr/ha ("Övre kvartil", figur 10) och under extrema år från några hundra kronor per ha till ca. 900 kr/ha ("Max värde", figur 10). Läglighetskostnadernas variation var relativt hög för maskinuppsättningarna för det eventuella samarbete som utvärderades (figur 10, "Alt1" - "Alt3").

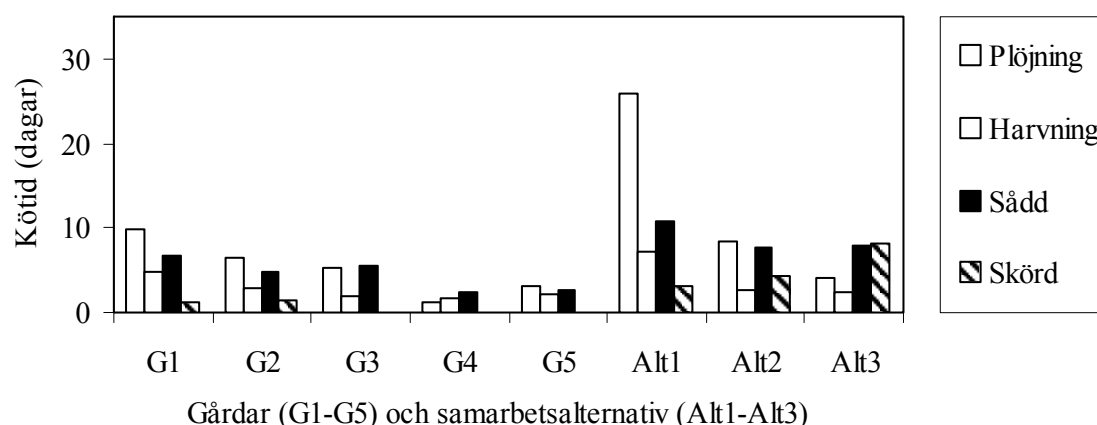
3.1.2. Kötid och investeringsbehov

Kötiden, som visas i figur 11, är den tid som ett hektar som är redo för en operation, behöver vänta innan körningen utföres. Denna tid är en utdatakategori från simuleringsmodellen för fältoperationerna. Denna parameter är en bra indikator för att identifiera de begränsande resurserna i systemet. Enligt resultaten i figur 11 hade dessa mekaniseringssystem lämplig kapacitet med undantag för mekaniseringssystemet "Alt1", där plöjningskapaciteten var en flaskhals.

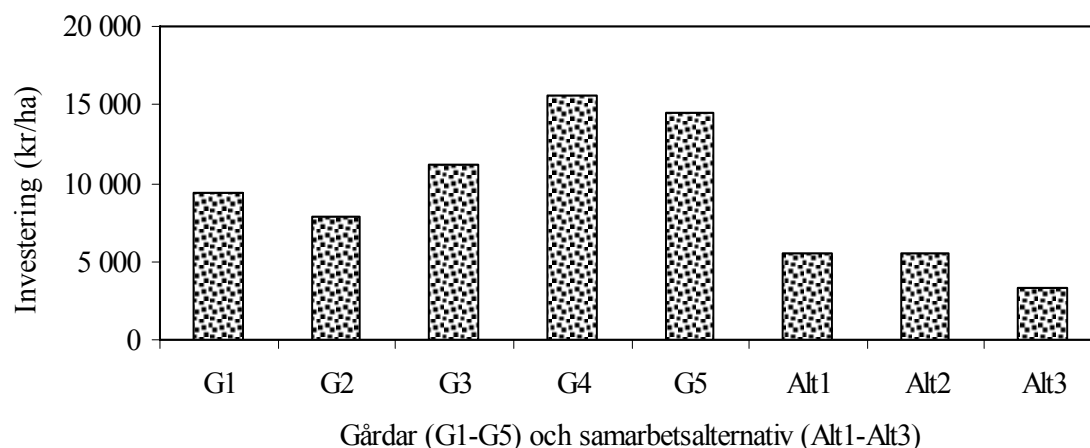
Samverkansalternativen "Alt1"- "Alt3" kan frigöra kapital för alla gårdarna (figur 12). Investeringsbehovet vid "Alt2" är 45% av investeringsbehovet för de enskilda gårdarna (viktat med avseende på arealen).



Figur 10. Läglighetskostnadernas fördelning i kvartiler för de mekaniseringssystem som gårdarna hade år 2004 (G1-G5), då det förekom ett visst informellt samarbete, samt för några samarbetsalternativ i form av gemensam drift (Alt1-Alt3) i Linköping. För detaljer om maskinuppsättningar, se tabellerna 7 och 8.



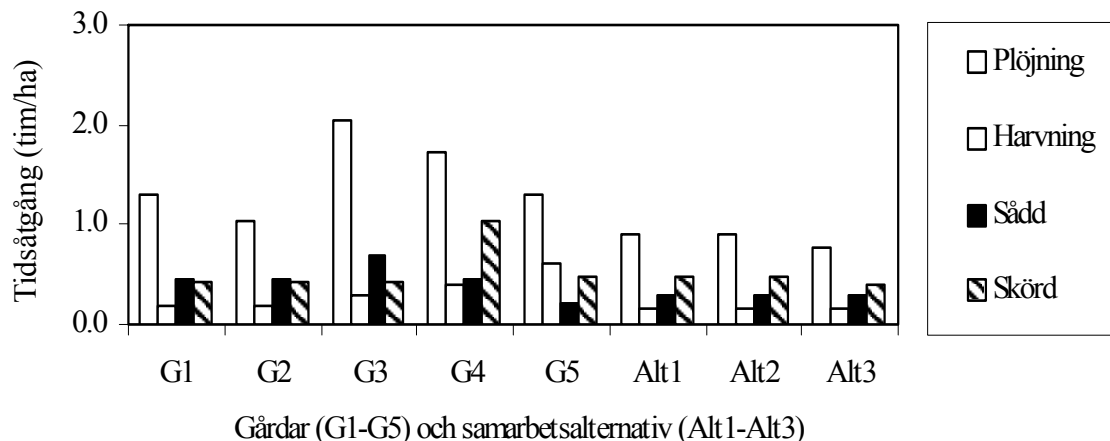
Figur 11. Genomsnittlig kötid för ett hektar som är redo för en viss operation innan den utförs för de mekaniseringssystem som gårdarna hade år 2004 (G1-G5), då det förekom ett visst informellt samarbete, samt för några samarbetsalternativ i form av gemensam drift (Alt1-Alt3) i Linköping. För detaljer om maskinuppsättningar, se tabellerna 7 och 8.



Figur 12. Genomsnittligt investeringsbehov per ha för de mekaniseringssystem som gårdarna hade år 2004 (G1-G5), då det förekom ett visst informellt samarbete, samt för några samarbetsalternativ i form av gemensam drift (Alt1-Alt3) i Linköping. För detaljer om maskinuppsättningar, se tabellerna 7 och 8.

3.1.3. Tidsåtgång för fältoperationer

Den genomsnittliga tidsåtgången per hektar för plöjning, harvning, sådd och skörd visas i figur 13. Plöjningen var den operation som behövde mest tid. Maskinuppsättningen "Alt3" behövde mindre tid p.g.a. att den bestod av större maskiner.



Figur 13. Tidsåtgång per ha för olika fältarbeten för de mekaniseringssystem som gårdarna hade år 2004 (G1-G5), då det förekom ett visst informellt samarbete, samt för några samarbetsalternativ i form av gemensam drift (Alt1-Alt3) i Linköping. För detaljer om maskinuppsättningar, se tabellerna 7 och 8.

3.1.4. Sociala och allmänna ekonomiska aspekter

Lantbrukarna betonade två viktiga ekonomiska fördelar för sitt samarbete:

- Prissänkning med cirka 5-10% för inköp av utsäde, konstgödsel och pesticider p.g.a. upphandlingar med större volymer (12 lantbrukare hade gemensamma inköp).
- Högre priser på cirka 5 % vid försäljning av produkter. Den större tork- och lagringsanläggningen som de äger tillsammans gör att de kan välja försäljningstillfällena.

Tabell 12 sammanställer lantbrukarnas åsikter angående vissa sociala och ekonomiska aspekter efter några års samarbete.

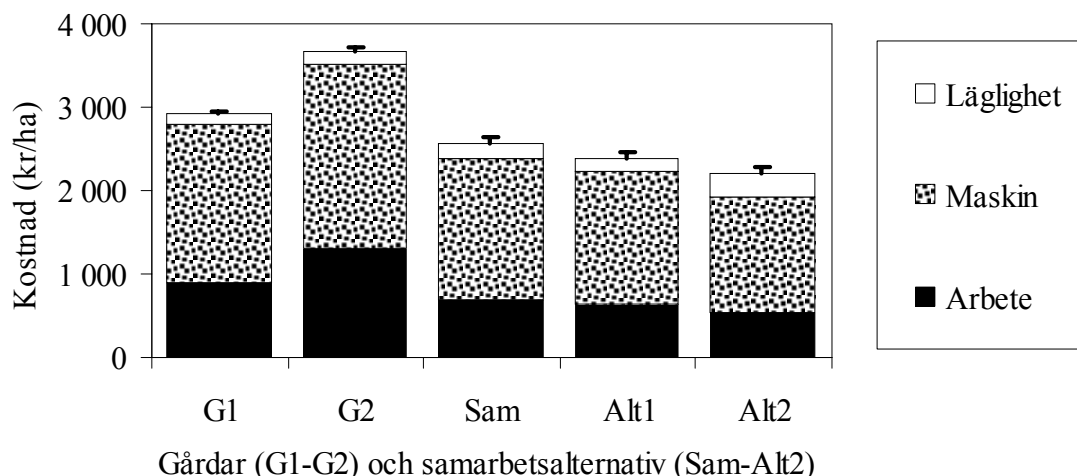
Tabell 12. Åsikter från fem lantbrukare som var med i samverkan i Linköping angående vissa sociala aspekter relaterade till samarbetet

Fråga	Huvudsvar
Vilka är de viktigaste fördelarna med samarbetet?	<ul style="list-style-type: none">• Det är roligare att jobba i team och att lösa problem tillsammans (3 lantbrukare).• Minskad sårbarhet t. ex. vid sjukdom och högre ålder samt vid högre krav från ett annat jobb (2 lantbrukare).• Ökad specialisering, vilket leder till högre effektivitet (1 lantbrukare).• Större underlag för att finansiera bättre teknik (1 lantbrukare).
Vilken är den viktigaste nackdelen med samarbetet?	<ul style="list-style-type: none">• Samarbetet kan innebära större maskiner som kan leda till mindre sysselsättning i lantbruket (2 lantbrukare)
Skulle du acceptera att vara lantbrukare utan att äga en traktor?	<ul style="list-style-type: none">• Svårt att acceptera (2 lantbrukare)• Ja (1 lantbrukare)
Har samarbetet hittills motsvarat dina förväntningar?	<ul style="list-style-type: none">• Ja (3 lantbrukare)• Maskinsamarbetet är inte en självklar fråga, det måste utvärderas från fall till fall (1 lantbrukare)

3.2. Samverkan i Malmö

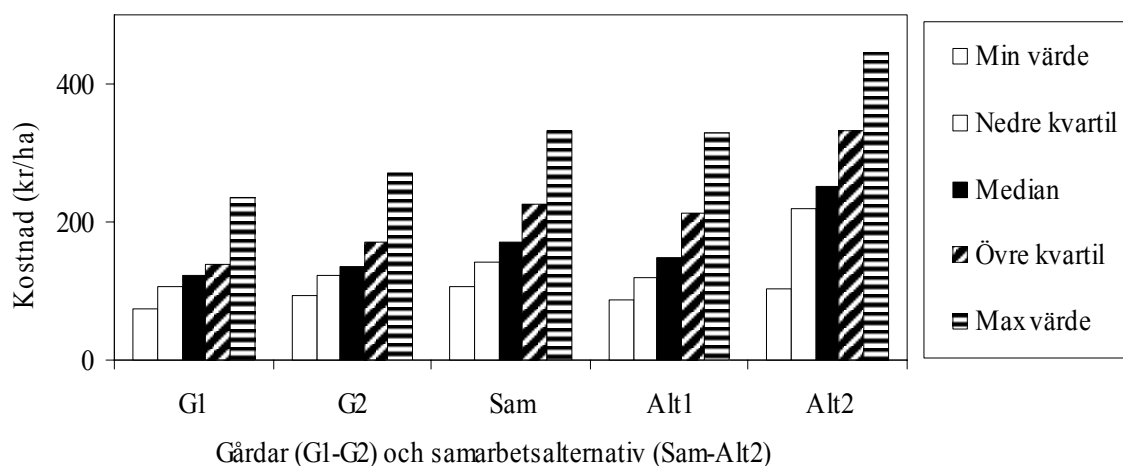
3.2.1. Totala maskinkostnader för jordbearbetning, sådd och skörd

Arbetskostnader och specifika maskin- och läglighetskostnader för jordbearbetning, sådd och skörd för de mekaniseringssystem som gårdarna hade före samarbetet ("G1"- "G2"), under det tidigare samarbetet ("Sam"), under den aktuella samverkan ("Alt1") och ett alternativ ("Alt2") visas i figur 14. Den genomsnittliga totala kostnaden var 3199 kr/ha för gårdarna före samverkan (viktat i förhållande till areal) och 2562 kr/ha för den tidigare samverkansformen ("Sam", figur 14), d.v.s. en minskning med 20% och med 25% jämfört med den aktuella samverkansformen ("Alt1", figur 14). Kostnaden för "Alt2", som består av färre maskiner, var 31% lägre än den genomsnittliga totala kostnaden före samarbetet (viktat i förhållande till areal).



Figur 14. Arbetskostnader och specifika maskin- och läglighetskostnader för jordbearbetning, sådd och skörd för de mekaniseringssystem som gårdarna hade före samarbetet (G1-G2), under det tidigare samarbetet (Sam), under den aktuella samverkan (Alt1) och för ett samarbetsalternativ (Alt2) i Malmö. Felstaplarna representerar standardavvikelsen (n=15). För detaljer om maskinuppsättningar, se tabell 9.

Kvartilfördelningar (n=15) för läglighetskostnaderna visas i figur 15. Läglighetskostnaderna och deras årliga variation var relativa låga. Under svåra år var läglighetskostnaderna cirka 200 kr/ha ("Övre kvartil", figur 15) och under extrema år cirka 330 kr/ha för samarbetsalternativen "Sam" och "Alt1" ("Max värde", figur 15).

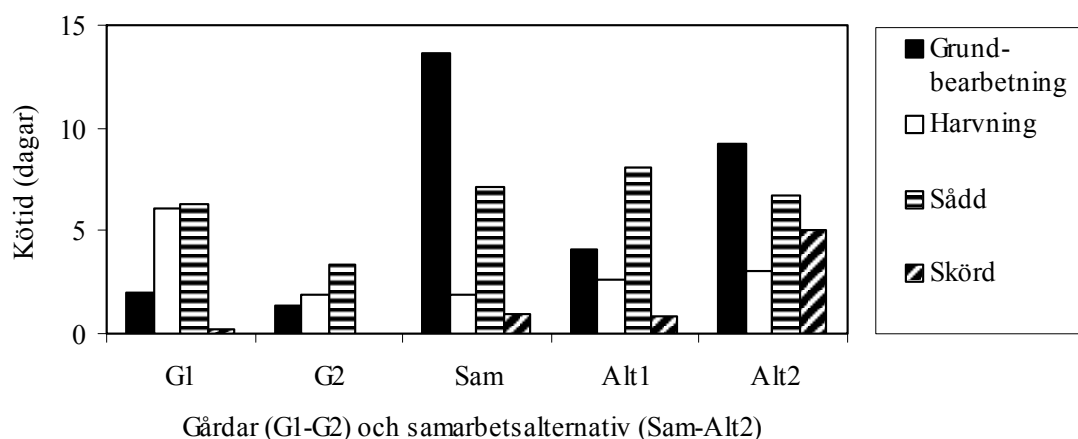


Figur 15. Läglighetskostnadernas fördelning i kvartiler för de mekaniseringssystem som gårdarna hade före samarbetet (G1-G2), under det tidigare samarbetet (Sam), under den aktuella samverkan (Alt1) och för ett samarbetsalternativ (Alt2) i Malmö. För detaljer om maskinuppsättningar, se tabell 9.

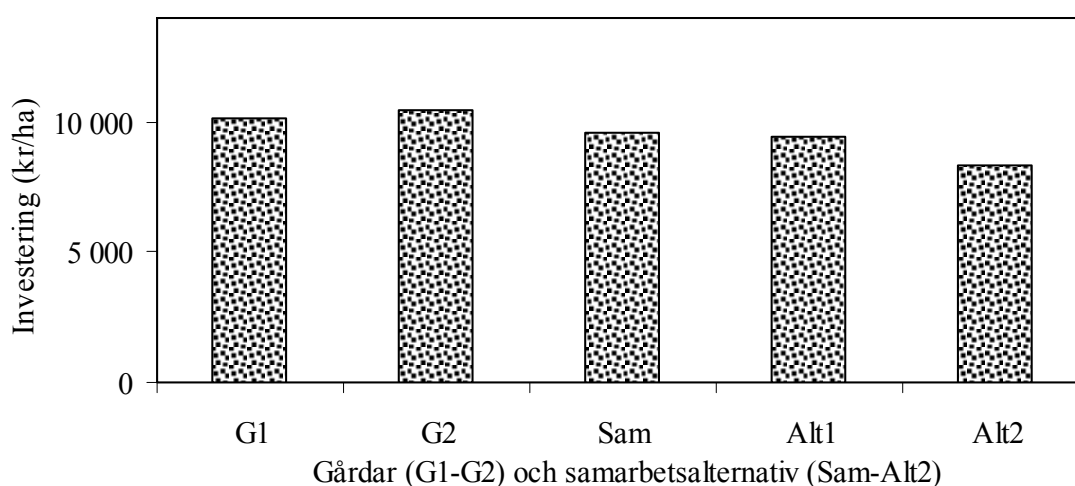
3.2.2. Kötid och investeringsbehov

Kötiden visas i figur 16. Plöjningskapaciteten var en flaskhals för det tidigare samarbetet ("Sam", figur 16) men detta kunde lösas genom att plogen ersättes med en kultivator som det viktigaste redskapet för grundbearbetning i den aktuella samverkansformen ("Alt1", figur 16). Samarbetet gjorde det möjligt att minska investeringsbehovet i viss utsträckning (figur 17).

Betodlingen, som kräver vissa specialmaskiner, ökade investeringsbehovet per ha, jämfört med gårdarna i Linköping och Uppsala.



Figur 16. Genomsnittlig kötid för ett hektar som är redo för olika operationer innan de utförs för de mekaniseringssystem som gårdarna hade före samarbetet (G1-G2), under det tidigare samarbetet (Sam), under den aktuella samverkansformen (Alt1) och för ett samarbetsalternativ (Alt2) i Malmö. För detaljer om maskinuppsättningar, se tabell 9.



Figur 17. Genomsnittligt investeringsbehov per ha för de mekaniseringssystem som gårdarna hade före samarbetet (G1-G2), under det tidigare samarbetet (Sam), under den aktuella samverkan (Alt1) och för ett samarbetsalternativ (Alt2) i Malmö. För detaljer om maskinuppsättningar, se tabell 9.

3.2.3. Sociala och allmänna ekonomiska aspekter

Tabellen 13 sammanställer lantbrukarnas åsikter om samarbete. De var nöjda med sin samverkan och påpekade bara mindre nackdelar.

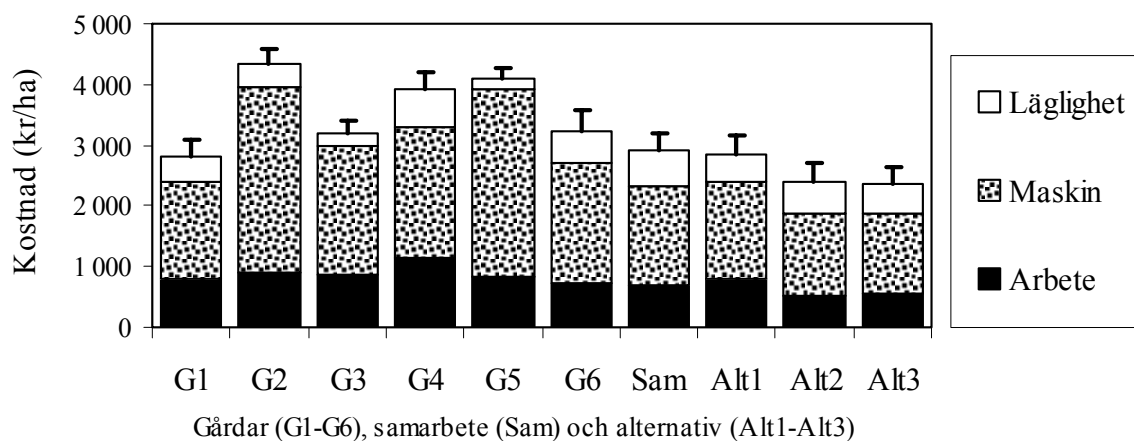
Tabell 13. Åsikter från de två lantbrukarna som samarbetar i Malmö angående de sociala aspekterna

Fråga	Viktigaste svar
Vilka är de viktigaste fördelarna med samarbetet?	<ul style="list-style-type: none"> • Mycket positivt i alla aspekter. • Man stödjer varandra och det är roligt att jobba ihop. • Mindre ekonomisk sårbarhet. • Större underlag för investeringar och för att skaffa sig bättre maskiner.
Vilken är den viktigaste nackdelen med samarbetet?	Bara mindre nackdelar.
Har samarbetet motsvarat dina förväntningar?	Ja

3.3. Samverkan i Uppsala

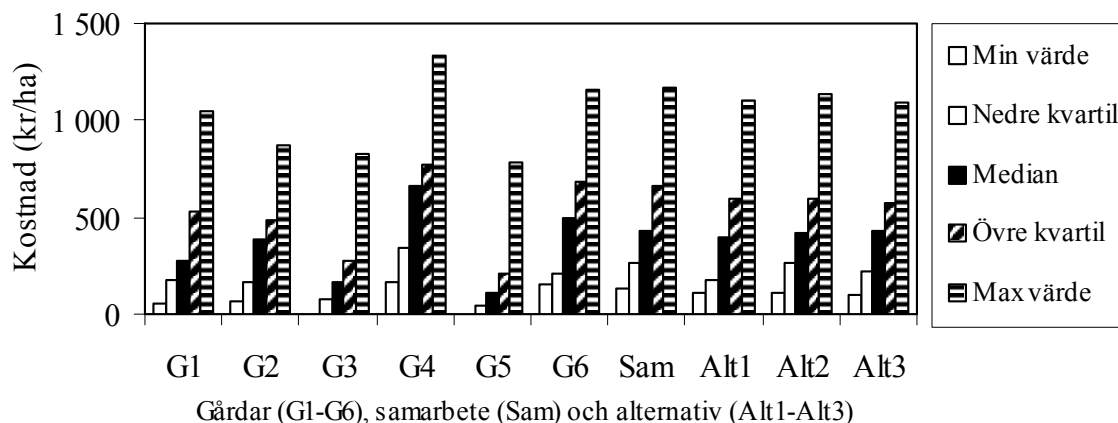
3.3.1. Totala maskinkostnader för jordbearbetning, sådd och skörd

Arbetskostnader och specifika maskin- och läglighetskostnader för jordbearbetning, sådd och skörd för Uppsala visas i figur 18. Den genomsnittliga totala kostnaden var 3411 kr/ha för gårdarna före samverkan (viktat per area) och 2901 kr/ha under samverkan ("Sam", figur 18), d.v.s. en minskning med 15%. De totala kostnaderna skulle kunna reduceras ännu mer vid samverkan med större maskiner. Kostnaden för "Alt2" var 30% lägre än den genomsnittliga totala kostnaden före samarbetet (viktat per area).



Figur 18. Arbetskostnader och specifika maskin- och läglighetskostnader för jordbearbetning, sådd och skörd för de mekaniseringssystem som gårdarna hade före samarbetet (G1-G6), under samarbetet (Sam) och för tre alternativa system (Alt1-Alt3) i Uppsala. Felstaplarna representerar standardavvikelsen (n=20). För detaljer om maskinuppsättningar, se tabellerna 10 och 11.

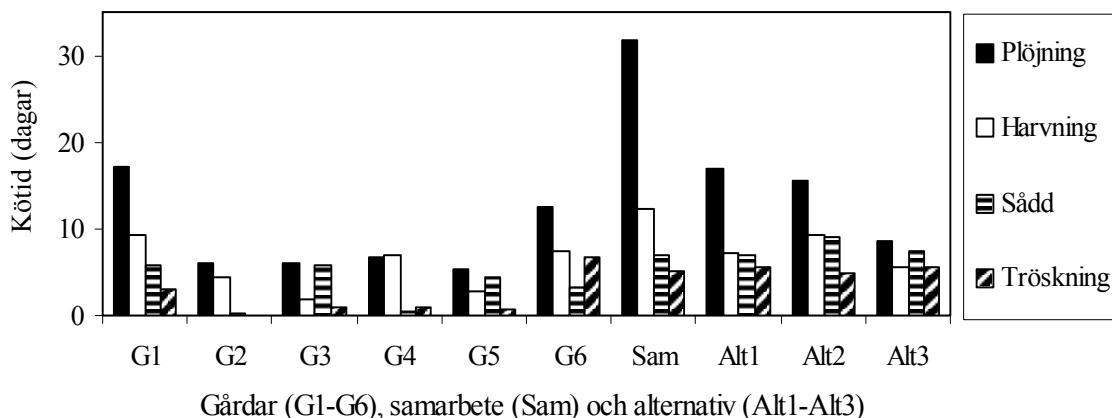
Kvartilfördelningar (n=20) för läglighetskostnaderna visas i figur 19. Alla maskinsystem som analyserades hade stora årliga variationer. Som förväntat var läglighetskostnaderna låga under gynnsamma år, men under regniga år ökade de till 550 kr/ha ("Övre kvartil", figur 19), och under extrema år till ca. 1100 kr/ha ("Max värde", figur 19) för de flesta maskinuppsättningarna. Läglighetskostnaderna var relativt låga för gårdarna 3 och 5, men vinsten utjämnades av höga specifika maskinkostnader (figurerna 18 och 19).



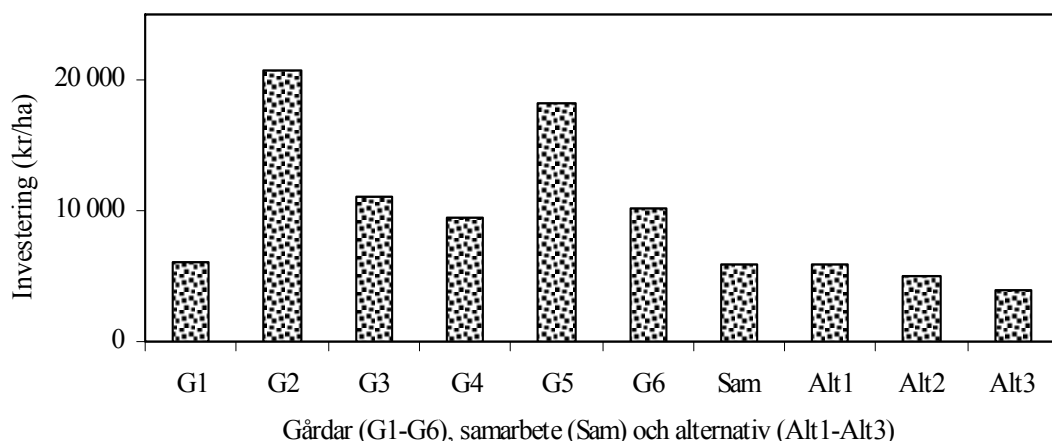
Figur 19. Lägghetskostnadernas fördelning i kvartiler för de mekaniseringssystem som gårdarna hade före samarbetet (G1-G6), under samverkan (Sam) och för tre alternativ (Alt1-Alt3) i Uppsala. För detaljer om maskinuppsättningar, se tabellerna 10 och 11.

3.3.2. Kötid och investeringsbehov

Kötiden visas i figur 20. Plöjningskapaciteten var en flaskhals för flera av de studerade mekaniseringssystemen. Samverkansalternativet "Sam" frigjorde kapital för alla gårdarna (figur 21) med undantag för gård 1. Anledningen till att kapitalbehovet inte minskade för den är att gård 1 inköpt en begagnad tröska och en begagnad traktor relativt billigt samt att arealen var så pass stor som 164 ha åker. Investeringsbehovet vid samverkan var cirka 50% av den genomsnittliga investeringen för gårdarna före samverkan (viktat med avseende på arealen). Alternativen "Alt2" och "Alt3", vilka inkluderade färre men större maskiner, skulle kunna minska investeringarna ytterligare.



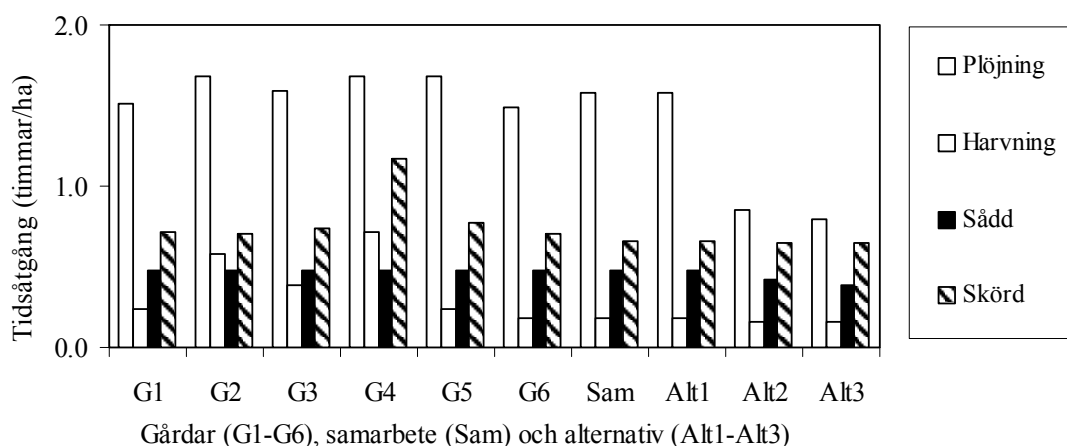
Figur 20. Genomsnittlig kötid för ett hektar som är redo för olika operationer innan de utförs för gårdarna före samarbetet (G1-G6), under samverkan (Sam) och för tre alternativ (Alt1-Alt3) i Uppsala. För detaljer om maskinuppsättningar, se tabellerna 10 och 11.



Figur 21. Genomsnittligt investeringsbehov per ha för gårdarna före samarbetet (G1-G6), under samverkan (Sam) och för tre alternativ (Alt1-Alt3) i Uppsala. För detaljer om maskinuppsättningar, se tabellerna 10 och 11.

3.3.3. Tidsåtgång för fältoperationer

Tidsåtgången för plöjning, harvning, sådd och skörd visas i figur 22. Grundbearbetningen var den operation som behövde mest tid p.g.a. att man hade som mål att plöja 80% av arealen. Maskinuppsättningarna "Alt2" och "Alt3" behövde mindre tid p.g.a. att de bestod av större maskiner.



Figur 22. Tidsåtgång per ha för olika fältoperationer för gårdarna före samarbetet (G1-G6), under samverkan (Sam) och för tre alternativ (Alt1-Alt3) i Uppsala. För detaljer om maskinuppsättningar, se tabellerna 10 och 11.

3.3.4. Sociala och allmänna ekonomiska aspekter

Lantbrukarnas åsikter angående de sociala aspekterna efter 3 års samarbete har sammanställts i tabell 14.

De betonade några viktiga ekonomiska fördelar med sin produktionssamverkan:

- Avdrag på cirka 10% för inköp av utsäde, konstgödsel och pesticider p.g.a. upphandlingar med större volymer.
- Högre priser på cirka 5% vid försäljning av deras produkter p.g.a. att de kunde sälja större partier.
- Eftersom mer resurser var tillgängliga vid samverkan kunde lantbrukarna börja med egen utsädesproduktion år 2003. De förväntade sig en högre lönsamhet för denna produktion.
- Växtföljden, den ekonomiska planeringen och förvaltningen blev mer komplicerad med den större odlingsarealen, vilket krävde att en av lantbrukarna specialiserade sig på dessa.

Tabell 14. Åsikter från lantbrukarna¹ som var med i samarbetet i Uppsala angående de sociala aspekterna

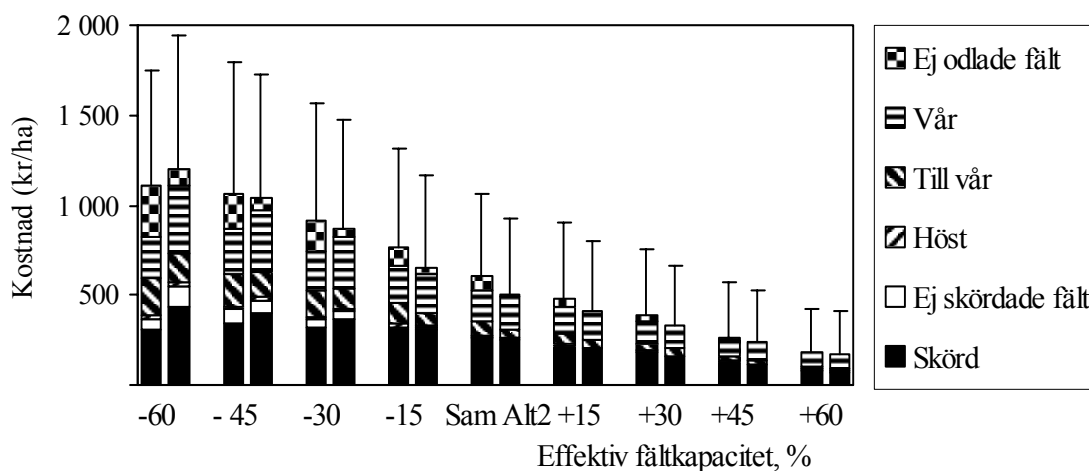
Fråga	Huvudsvar
Vilka är de viktigaste fördelarna med samarbetet?	<ul style="list-style-type: none"> • Minskad sårbarhet ifall man får lägre arbetskapacitet för gårdens arbete, t. ex. vid sjukdom och vid högre krav från det andra jobbet (4 lantbrukare²). • Det är roligare att jobba i team och att lösa problem tillsammans (4 lantbrukare). • Mindre ekonomisk sårbarhet (2 lantbrukare). • Ökad specialisering, vilket leder till högre effektivitet (2 lantbrukare). • Större underlag för att finansiera bättre maskiner (2 lantbrukare). • Det är lättare att passa ihop arbetet som lantbrukare med ett annat jobb (1 lantbrukare).
Vilken är den viktigaste nackdelen med samarbetet?	<ul style="list-style-type: none"> • Bara mindre nackdelar (4 lantbrukare). • Beslutsprocessen tar längre tid, vilket är positivt ibland (3 lantbrukare). • Helhetssynen över samarbetet har blivit svårare. Detta gäller också för bokföring och administration (1 lantbrukare).
Skulle du acceptera att vara lantbrukare utan att äga en traktor?	<ul style="list-style-type: none"> • Svårt att acceptera (3 lantbrukare) • Ja (1 lantbrukare)
Har driftbolaget motsvarat dina förväntningar?	Ja (alla lantbrukare)

¹ Alla intervjuade var deltidslantbrukare.

² Det var inte möjligt att intervjua alla lantbrukare som var med i driftbolaget, en av dem avled under undersökningen.

3.4. Känslighetsanalys för två mekaniseringssystem i Uppsala

Läglighetskostnadens känslighet för variationer i den dagliga effektiva fältkapaciteten (DEFK) visas i figur 23 för nuvarande samverkan ("Sam") och för mekaniseringsalternativet "Alt2". Oftast var läglighetskostnaderna och deras variation mindre för uppsättningen "Alt2", vilken hade en större DEFK. En ökning av DEFK hade mindre effekt på läglighetskostnaden än en motsvarande minskning. Något anmärkningsvärt är att med läglighetskostnaden per ha för skörden vid "-60% kapacitet" för maskinsamverkans uppsättning "Sam" (figur 23) minskade jämfört med högre DEFK.



Figur 23. Läglighetskostnadernas komponenter för mekaniseringssystem som gårdarna hade under samverkan "Sam" (den första stapeln i varje par) och alternativet "Alt2" (den andra stapeln i varje par) i Uppsala när deras dagliga effektiva fältkapacitet varierades stegvis med 15%. Med "Vår", "Höst" och "Skörd" menas den del av läglighetskostnaden som hänfördes till vårsådden, höstsådden och skörden. Med "Till vår" menas de fält som var avsedda för höstsådd men som såddes följande vår. Felstaplarna representerar standardavvikelsen ($n=20$). För detaljer om maskinuppsättningar, se tabellen 11.

4. DISKUSSION

4.1. Totala kostnader

De uppskattade kostnaderna för jordbearbetning, sådd och skörd visas i figur 9 (Linköping), 14 (Malmö) och 18 (Uppsala). De belyser tydligt förhållandet mellan arbets-, maskin- och läglighetskostnaderna och behovet av att ta hänsyn till alla dessa tre faktorer när ett mekaniseringssystem ska analyseras, särskilt i områden med korta perioder för sådd och skörd som t. ex. i Uppsala.

De specifika maskinkostnaderna för alla analyserade maskinsystem varierade mellan 1115 och 2636 kr/ha i Linköping (figur 9), 1390 och 2195 kr/ha i Malmö (figur 14) och 1300 och 3100 kr/ha i Uppsala (figur 18) för jordbearbetning, sådd och skörd. Dessa kostnader är naturligtvis lägre än kostnaderna för alla fältoperationerna i spannmålsproduktionen. Laike och Einarsson (1993) uppskattade en genomsnittlig specifik maskinkostnad på 3932 kr/ha (2003 prisnivå) med data från 59 gårdar, de flesta med endast spannmålsproduktion, men spridningen var stor (2673 kr/ha för den nedre kvartilen och 5595 kr/ha för den övre kvartilen). Liknande belopp uppskattades av Bodén (1992). Maskinkostnader på ca. 2717 kr/ha (2003 års prisnivå) beräknades för skånska gårdar mellan 700-1400 ha när alla fältmaskiner ingick, inklusive specialmaskiner för sockerbetsodling (Nelson, 2002, pers. medd.). Med inlejda körslor med maskintaxor enligt Maskinring Stångå-Svartådalén (2004) skulle hektarkostnaden för stubbearbetning, plöjning, harvning, sådd, vältning och tröskning uppgå till ca. 2 600 kr. Denna maskinringskostnad kan jämföras med de effektivaste samverkanalternativen som ligger på mindre än 2 000 kr för arbets- och maskinkostnad på alla de tre studerade samverkanfallen (se tabell 15). En dansk studie (Poulsen och Jacobsen, 1997), baserad på 116 gårdar med endast vegetabilieproduktion, uppskattade de genomsnittliga arbets- och maskinkostnader på ca. 4970 SEK/ha (2003 års prisnivå). Den senare studien konstaterade att maskinkostnaderna minskade med odlad areal upp till 400 ha. Reduktionen var särskilt stor, ca. 50%, när den odlade arealen ökade från 20 till 130 ha.

4.1.1. Linköping

Ett eventuellt samarbete med gemensam drift i Linköping skulle vara fördelaktigt för de mindre gårdarna med avseende på maskinkostnaderna men inte för de större (figur 9, "G1"–"G3"). Dessa gårdar har redan en grannsamverkan och relativt låga arbets- och maskinkostnader. Bergman (1972) påpekade redan 1972 att samverkan främst gynnade de mindre företagen. Detta är relaterat till det minimala arealunderlag som en "optimal" maskinuppsättning bör användas till med rimliga läglighetskostnader. De Toro (2004) uppskattade denna areal till 150 – 200 ha i Uppsala under de aktuella förutsättningar som gäller för spannmålsproduktion i området.

4.1.2. Malmö

Samarbetet i Malmö var fördelaktigt för båda gårdarna (figur 14), särskilt i kombination med den reducerade jordbearbetningen ("Alt1") som de två samverkande gårdarna tillämpar från och med 2004. Denna företeelse med att utnyttja de nya odlingsteknikerna som blir möjliga vid samarbete har rapporterats från England vid samarbete mellan stora gårdar (500-1500 ha), som under dessa förhållanden kör med färre men större maskiner (Anonym, 2000; 2001b, c). Dock kräver sådan teknik gårdar med bra arrondering för att kunna utnyttja de stora maskinerna på ett effektivt sätt (Witney, 1995). Vid samverkan mellan gårdarna med olika driftsinriktning finns det också andra vinster som man inte tog hänsyn i den här studien t. ex. på grund av diversifiering, förbättrad växtföljd, effektivare utnyttjande av arbetskraft samt riskspridning.

4.1.3. Uppsala

Kostnaden för nuvarande samverkansform ("Sam") i Uppsala skulle kunna minskas ännu mer med högre maskinkapacitet, t.ex. med uppsättningar "Alt2" och "Alt3", figur 18. Arbets- och maskinkostnaderna för dessa två uppsättningar var betydligt lägre, men reduktionen av läglighetskostnaden var liten. Detta bekräftar en slutsats av de Toro (2004) att det är svårt att undvika höga läglighetskostnader med rimliga maskinkostnader på leriga jordar under de väderförhållanden som finns i Uppsala, särskilt under regniga år.

4.2. Alternativ till nuvarande maskinsamverkan

Användning av "Alt1", d.v.s. en eventuell gemensam drift av de 13 gårdarna med en odlad areal av ca. 900 ha i Linköping, skulle innebära betydande läglighetskostnader (figur 9). Alternativet "Alt3" med färre men större maskiner medför lägre totala maskinkostnader än "Alt1" men fortfarande är skillnaderna inte så stora jämfört med de större gårdarna i gransamverkan (figur 9, gårdar "G1" och "G2"). Det verkar som om gårdarna med över 100 ha åkermark, med en viss maskinsamverkan med grannarna och en maskinuppsättning som har "optimerats" under årens lopp, har begränsade möjligheter att minska maskinkostnaderna. Under sådana förutsättningar torde incitamentet för samarbete med gemensam drift vara andra aspekter än minskning av maskinkostnaderna, t. ex. riskspridning och/eller riskminskande, gemensamma förnödenhetsinköp och produktförsäljning, administrationsfördelar, diversifiering och ny produktionsteknik.

Plöjningskapaciteten för den nuvarande maskinuppsättningen hos samverkansorganisationen i Uppsala var för låg (figur 20, "Sam"). Med denna kapacitet behövdes det 23 arbetsdagar för att plöja fälten med höstgrödor, vilket försenade följande fältarbeten. Alternativet med skiftarbete ("Alt1") gjorde det möjligt att komma förbi detta problem och sänka läglighetskostnaderna, men vinsten var för liten för att kompensera för de högre arbetskostnaderna. Alternativet med större redskap och två traktorer ("Alt2") var den uppsättning som hade bäst prestanda. Alternativet med bara en stor traktor och skiftarbete ("Alt3") ansågs innebära alltför stora risker och för liten flexibilitet i Uppsala.

4.3. Variation i läglighetskostnader

Läglighetskostnadernas variation från år till år är relaterad till variationen av antalet tjänliga arbetsdagar som finns presenterade för Linköping i figur 4, Malmö i figur 8 och Uppsala i figur 6 i kapitel "Resultat".

De varierade i ringa utsträckning för de mekaniseringssystem som gårdarna för närvarande har i Linköping. Samarbetsalternativet i form av en gemensam drift resulterade i högre variation i läglighetskostnader, men den var mindre i jämförelse med gårdarna i Uppsala (figurerna 10 och 19).

Läglighetskostnaderna växlade ganska mycket för alla mekaniseringssystem i Uppsala, såsom kvartilfördelningarna visar (figur 19). Detta medför att spannmålsgårdar med leriga jordar har svårt att undvika höga läglighetskostnader under regniga år, även med en maskinkapacitet som kan betraktas som för stor för ett "normalt" år (t. ex. gård 5, figur 19).

4.4. Kötid och investeringsbehov

Kötiden är ett bra mått på hur väl avvägd en maskinuppsättning är med avseende på den dagliga effektiva fältkapaciteten för varje individuellt redskap i systemet. I Linköping var plöjningskapaciteten för låg för samarbetsalternativet "Alt1", vilket kunde lösas med skiftarbete som ökade arbetstiden för jordbearbetning i "Alt2" (figur 11). På liknande sätt var plöjningen den begränsande faktorn för samverkansalternativet "Sam" i Malmö, som kunde lösas genom att ändra redskapen till kultivator och reducerad jordbearbetning i alternativ "Alt1" och "Alt2" (figur 16).

Maskinsamarbete i form av gemensam drift kan leda till betydligt lägre investeringsbehov per hektar i vissa fall, vilket visas i figurerna 12 och 21 (samarbeten i Linköping och Uppsala). Mindre investeringsbehov har även rapporterats av Svendsen (1999) när han analyserade 36 samarbetsfall i Danmark.

Reduktionen av investeringsbehovet vid samarbetet i Malmö var lågt (figur 17). Det aktuella samarbetets storlek (två gårdar med ca. 390 ha åkerareal) begränsar de positiva effekterna som samarbete kan ge. Alternativet "Alt2" gjorde det möjligt att minska investeringsbehovet i någon utsträckning. Det är möjligt att om några andra mekaniseringsalternativ hade undersökts så hade investeringsbehovet kunna minskas ännu mer p.g.a. att värdena i figur 17 är högre än de uppskattningar som gjorts för större gårdar i Skåne (Nelson, 2002, pers. medd.).

4.5. Känslighetsanalys i Uppsala

Angående läglighetskostnaden var uppsättningarna "Sam" och "Alt2" (figur 23) i Uppsala ganska känsliga för en minskning av den dagliga effektiva fältkapaciteten, särskilt "Sam" som består av mindre maskiner. Läglighetskostnaderna för "Fält som var avsedda för höstsådd men som gjordes följande vår" och "Ej odlade fält" ökade avsevärt med lägre daglig effektiv fältkapacitet, särskilt för den mindre uppsättningen "Sam". Det förefaller som att läglighetseffekten för "Ej odlade fält", vilken endast var baserad på markens arrendepreis, var för låg med hänsyn till att bruttoinkomsten för hela gården minskar och att de fasta maskinkostnaderna ökar per hektar med mindre odlad areal.

Det faktum att en ökning av den dagliga effektiva fältkapaciteten hade lägre effekt på läglighetskostnaden än en motsvarande minskning har också rapporterats av Oving (1989) vid en analys av "nettovinst och varierad tjänlig tid". Liknande slutsatser kan man dra från data av Danok et al. (1980) om gårdsnettoinkomst med en sannolikhet för tjänliga dagar på 20% eller mindre. Detta tyder på att det är bättre att ha något för stor maskinkapacitet än att ha något för låg maskinkapacitet när lantbrukaren inte är riktigt säker på hur ekonomiskt optimal maskinpark skall vara utformad. Med större maskiner minskar också läglighetskostnadsvariationen vilket medför reducerad risk (de Toro, 2004). En högre maskinkapacitet innebär minskad variation i inkomst mellan de enskilda åren samtidigt som den genomsnittliga inkomsten kommer att minska med en överdimensionerad maskinpark. De flesta individer har riskaversion, vilket innebär att individer är villiga att avstå inkomst för att reducera risk (Sharpe, 1964). Den enskilda lantbrukarens riskaversion påverkar därmed valet av optimal maskinpark.

4.6. Icke-ekonomiska aspekter

Lantbrukarna i Linköping var tillfredsställda med sin grannsamverkan. Den ansågs uppfylla deras krav, särskilt när det gäller torkanläggningen. De betonade att samarbete bör växa med

tiden efter behovet och några av dem framhävde att de var osäkra angående en gemensam drift av gårdarna. Bidragande faktorer till osäkerheten kan ha orsakats av:

- Gårdarnas storlek var olika. Det är redan känt att mindre gårdar har mer att vinna på samverkan än stora gårdar (Bergman, 1972).
- Lantbrukarnas ålder var blandad, vilket innebär olika planeringshorisonter (Samuelsson, 2003).

Samarbetet i Malmö var annorlunda än samverkan i Linköping och Uppsala. Dessa lantbrukare hade olika intressen. En var mer intresserad av animalieproduktion (svin) och den andra mer intresserad av vegetabilieproduktion och på detta sätt kompletterade de varandra och de var ganska nöjda med samarbetet.

Efter tre års samarbete i driftbolagsform var alla lantbrukare i Uppsala nöjda med samarbetet, som levde upp till deras förväntningar. Bidragande faktorer för framgången var:

- alla lantbrukare hade lång erfarenhet av jordbruk;
- ett detaljerat kontrakt tecknades för reglering av samarbetet (t. ex. bestämmelser för förfarande vid ansvarstilldelning och vid bestämning av avgifter för maskiner och arbete);
- lantbrukarna var inte 100 % ekonomiskt beroende av gårdens resultat och
- gårdarnas storlek var ganska lika.

Alla de lantbrukare som intervjuades i Uppsala ansåg att deras sårbarhet minskade med driftbolaget och de värderade detta som en av de största vinsterna med samverkan, särskilt i förhållande till deras individuella arbetsförmåga under sådd- och skördeperioderna. Som enskilda lantbrukare var de helt beroende av deras egen arbetskapacitet för att kunna utföra fältarbetet i tid. När de nu samverkar, kan de ersättas av varandra.

4.7. Allmänna aspekter

Samarbetet hade positiva effekter för att minska arbets- och maskinkostnader i de analyserade fallen (tabell 15). Dessa positiva effekter konstaterades också i en studie om samarbete i Danmark (Svendsen, 1999). Minskande kostnader vid samarbete gäller särskilt för de lantbrukare med en odlad areal mindre än 150 ha. Stora gårdar brukar ha mindre maskinkostnader per ha p.g.a. de kan fördela de fasta maskinkostnaderna på en större areal, samtidigt som stora maskiner är ekonomiskt försvarbara vid ett tillräckligt högt nyttjande. Större maskiner leder även till mindre arbetskostnader. Poulsen och Jacobsen (1977), visar i en studie om 500 gårdar i Danmark, minskande maskin- och arbetskostnader per ha med ökande areal med ett betydande samband upp till 150 ha. De Toro (2004) kom fram till att en "optimal" maskinuppsättning i Uppsalaområdet bör ha kapacitet för att räckta till minst 150 ha spannmål.

Det analyserade fallet i Linköping med gårdarna som redan har ett visst maskinsamarbete visade att de potentiella vinsterna i termer av maskinkostnader är begränsande om de bildar ett gemensamt driftbolag, men investeringsbehovet kan minskas avsevärd (tabell 15). Dessa gårdar har redan vunnit en del av fördelarna som samarbete kan ge. Skäl för att bilda ett eventuellt driftbolag bör sökas av andra grunder för samarbete, t. ex. mindre investeringsbehov, ny odlingsteknik, öka arbetseffektivitet, sociala skäl.

Tabell 15. Arbets-, maskin- och läglighetskostnader samt investeringsbehov i kr per ha¹ för jordbearbetning, sådd och skörd för samverkansalternativet i form av driftbolag "Alt2"² jämfört med ett informellt maskinsamarbete mellan grannar i Linköping och utan samarbete i Malmö och Uppsala

	Linköping	Malmö ³	Uppsala
Arbetskostnad			
Utan samarbete	583	1059	845
Med samarbete "Alt2"	539	544	506
Maskinkostnad			
Utan samarbete	1542	2003	2167
Med samarbete "Alt2"	1183	1390	1385
Summa arbets- och maskinkostnad			
Utan samarbete	2125	3062	3012
Med samarbete "Alt2"	1722	1934	1891
Läglighetskostnad			
Utan samarbete	124	137	400
Med samarbete "Alt2"	390	272	506
Totala kostnader			
Utan samarbete	2249	3199	3411
Med samarbete "Alt2"	2112	2206	2397
Reducering av de totala kostnaderna	137	993	1014
Investeringsbehov			
Utan samarbete	10152	10268	11208
Med samarbete "Alt2"	4521	8374	4954
Reducering av investeringsbehovet	5631	1894	1014

¹ Vid samverkansfall är kostnaderna viktat per area av gårdarna som ingår i samarbete.

² För detaljer om mekaniseringssystemen se tabellerna 7-11.

³ Gårdarna i Malmö inkluderar maskiner för betodling.

Nästan alla gårdarna som analyserades var större än en svensk genomsnittsgård, men ej tillräckligt stora för att dra alla de fördelar som kan fås vid stordrift. Tack vare maskinsamverkan kunde de minska sina investeringsbehov och kostnader i vissa fall. Med tanke på att 88 % av spannmålgårdarna i landet år 2001 var mindre än 100 ha (SCB, 2002) och en betydande del av lantbrukarna har ringa omfattning av samarbete eller inget samarbete alls (tabell 1) är mer integrerat samverkansarrangemang ett mycket intressant alternativ att beakta. Dessa samarbetsformer skulle också kunna hjälpa majoriteten av landets landbrukare som är deltidslantbrukare, 73% år 1999 enligt SCB (2002), att kombinera sina jobb som lantbrukare med andra aktiviteter.

De analyserade gårdarna i denna studie hade samarbetat under några år. Förmodligen övervägde fördelarna från samarbetet jämfört med nackdelarna under denna tid. Utifrån detta var "en positiv inställning" till samarbete ett förväntat resultat. Dock skulle det också vara intressant att analysera "misslyckade" samverkansfall för att reda ut de faktorer som är besvärliga eller motverkar maskinsamarbete.

5. SLUTSATSER

Med hjälp av den framtagna simuleringsmodellen var det möjligt att uppskatta läglighetskostnaderna med högre precision jämfört med konventionella metoder. Dessutom kunde läglighetskostnadernas årliga variation uppskattas. Härvid blev summan av läglighets-, arbets- och specifika maskinkostnader en bättre skattning av den totala kostnaden, som var en viktig parameter för att värdera de ekonomiska effekterna av samverkan.

De viktigaste slutsatserna från studien är:

- Maskinsamarbetet gjorde det möjligt att minska de totala kostnaderna (tabell 16), men detta varierade i hög grad för de individuella gårdarna. Med några få undantag gällde sambandet ju mindre gårdarna var desto mer positiva var effekterna av maskinsamverkan.
- För samtliga tre fall gällde att vid en väl utvecklad samverkan minskade maskin- och arbetskraftskostnaden medan läglighetskostnaden ökade.
- Maskinsamverkan möjliggjorde också att reducera investeringsbehoven på ett betydande sätt (tabell 16).
- Betydande genomsnittliga läglighetskostnader uppskattades för alla mekaniseringssystem med "ej för stor kapacitet". Dessa kostnader var svåra att hålla på en låg nivå med leriga jordar och under regniga år, särskilt i Uppsalaområdet.
- Maskinsamarbete gjorde det möjligt att minska tiderna för fältoperationer p.g.a. att större maskiner var lämpligare vid samarbete.
- Känslighetsanalysen visade att läglighetskostnaderna var mer känsliga för minskning av den dagliga effektiva fältkapaciteten än en ökning av denna av samma storlek, särskilt för maskinuppsättningar med låg kapacitet.
- Alla lantbrukare som samarbetade var nöjda med de resultat som de hade uppnått efter några års samarbete och pekade på, förutom de ekonomiska fördelarna, att samverkan hade hjälpt dem att minska deras sårbarhet och risker. Dessutom uppskattades lagarbetet högt.
- Bara mindre nackdelar påpekades, t. ex. att beslutsprocessen tog längre tid.

Tabell 16. Ändring i procent av kostnader¹ och investeringsbehov för jordbearbetning, sådd och skörd för maskinsamarbeten i form av gemensam drift² jämfört med en informell maskinsamverkan mellan grannar i Linköping och utan samarbete i Malmö och Uppsala

	Linköping	Malmö	Uppsala
Arbetskostnad	-8	-49	-40
Maskinkostnad	-23	-31	-36
Läglighetskostnad	+214	+98	+27
Totala kostnader	-6	-31	-30
Investeringsbehov	-55	-18	-56

¹ I denna tabell utgör "maskinkostnad" den största kostnadsposten följt av "arbetskostnad" och den minsta kostnadsposten är "läglighetskostnad". se tabell 15 för absoluta belopp.

² Samverkansalternativet "Alt2" i alla område. För detaljer om mekaniseringssystem, se tabellerna 8-11.

Studiens iakttagelser i dessa samverkansfall, med de villkor och förutsättningar som gällde för de tre fallstudierna, är ganska vanliga för många lantbrukare i landet när det gäller jordart, gårdsstorlek, grödor och deltidsarbete. Detta leder till slutsatsen att mer integrerade samverkansarrangemang är intressanta alternativ att beakta för flertalet lantbrukare och då särskilt för gårdar med mindre än 150 ha åker.

6. REFERENSER

6.1. Tryckta referenser

- Andersson B. 1983. Odlingstekniska försök med höstvet. Verkan av såtid, utsädesmängd, radavstånd, kvävegödsling och skördetid i kombination med olika sorter. Rapport nr. 121, Institutionen för växtodling, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Andersson H., Blad, F., Samuelsson, J. 2004. Ekonomiska vinster av samverkan mellan lantbruksföretag. I *Jordbrukskonferensen 2004, SLU. Uppsala, 23-24 november 2004*. Rapport nr. 68, 42-45. <http://www2.slu.se/jordbrukskonferensen/pdf/rapport04.pdf>
- Angus J. F., Mackenzie D. H., Morton R., Schafer C. A. 1981. Phasic development in field crops. II. Thermal and photoperiodic responses of spring wheat. *Field Crops Research* 4, 269-283.
- Anonym, 2000. Watckock puts the fun back into farming. Profi no. 5/00, 58-61.
- Anonym. 2001a. Handbok i maskinkostnadskalkylering med kalkylexempel för år 2001. Länsstyrelsen Kalmar Län, Sverige.
- Anonym, 2001b. Combining beyond 800 ha. Profi no. 8/01, 54-57.
- Anonym, 2001c. Sunny in 'Share'. Profi no. 3/01, 54-57.
- ASAE Standards, 2000a. Agricultural Machinery Management. ASAE EP496.2 DEC99. 47th ed., ASAE, St. Joseph, Michigan, USA. Sidor 344-349.
- ASAE Standards, 2000b. Agricultural Machinery Management Data. ASAE D497.4 MAR99. 47th ed., ASAE, St. Joseph, Michigan, USA. Sidor 350-357.
- Bergman K.G. 1972. Gemensam jordbruksdrift- en studie av de företagsekonomiska förutsättningar för driftsamverkan i jordbruket. Meddelande från Institutionen för ekonomi och statistik, Lantbrukshögskolan, Uppsala. Citerade av Samuelsson (2003); Andersson m.fl. (2004).
- Bergman K.G., Renborg U. 1971. Samverkan i jordbruket – möjligheter och problem. Meddelande från Institutionen för ekonomi och statistik, Lantbrukshögskolan, Uppsala. Citerade av Samuelsson (2003); Andersson m.fl. (2004).
- Blad F. 2003. Ekonomisk analys av driftsamverkan mellan växtodlingsföretag. Examensarbete 299, Institutionen för ekonomi, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Bodén A. 1992. Maskinkostnader och maskinplanering. Institutionsmeddelande 92:06, Institutionen för lantbruksteknik, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Buck N. L., Vaughan D. H., Hughes H. A. 1988. A general-purpose simulation program for agricultural operations. *Computers and Electronics in Agriculture* 3, 29-44.
- Burrows W. C., Siemens J. C. 1974. Determination of optimum machinery for corn-soybean farms. *Transactions of the ASAE* 17(6), 1130-1135.
- Chen L. H., Ahmad T., Willcutt M. H. 1992. Simulation model for cotton harvesting machinery. *Transactions of the ASAE* 35(3), 1071-1077.
- Danfors B. 1989. Sweden. In: Energy Consumption and Input-output Relations of Field Operations (Pick E, Noren N, Nielsen V eds.). *REUR Technical Series No. 10. FAO, Regional Office for Europe*.
- Danok A. B., McCarl B. A., White T. K. 1980. Machinery selection modelling: incorporation of weather variability. *American Journal of Agricultural Economics* 62(4), 700-708.

- De Toro A. 2004. Assessment of field machinery performance in variable weather conditions using discrete event simulation. *Agraria* 462; Acta Universitatis Agriculturae Sueciae; Sveriges lantbruksuniversitet. [Http://diss-epsilon.slu.se/archive/00000553/](http://diss-epsilon.slu.se/archive/00000553/).
- De Toro A., Hansson P.-A. 2004a. Analysis of field machinery performance based on daily soil workability status using discrete event simulation or on average workday probability. *Agricultural Systems* 79, 109-129.
- De Toro, A., Hansson P.-A. 2004b. Machinery co-operatives - a case study in Sweden. *Biosystems Engineering* 87(1), 13-25.
- Edwards W., Boehlje M. 1980. Machinery selection considering timeliness losses. *Transactions of the ASAE* 23(4), 810-815, 821.
- Eurostat. 2001. *Agriculture – Statistical yearbook, data 1991-2000*. Agriculture and fisheries, European Commission.
- Hunt, D. 1995. *Farm power and machinery management*. 9th edition. Iowa State University Press, USA. 363 p.
- Jannot Ph., Cairol D. 1994. Linear programming as an aid to decision-making for investments in farm equipment for arable farms. *Journal of Agricultural Engineering Research* 59, 173-179.
- Jannot Ph., Nicoletti J. P. 1992. Optimisation and simulation: two decision support systems (DSS) for the choice of farm equipment. Lecture No. 920809. *International Conference on Agricultural Engineering*. Uppsala, Sverige, June 1-4, 1992.
- Jansson P. E. 1991a. Simulation Model for Soil Water and Heat Conditions. Rapport 165, Institutionen för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Jansson P. E. 1991b. SOIL Model, User's Manual. Avdelningsmeddelande 91:7, Institutionen för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Jordbruksverket. 2001. Prisindex på jordbruks- och livsmedelsområdet 1966/67-2000. Rapport 2001:15.
- Kutzbach H. D. 2000. Trends in power and machinery. *Journal of Agricultural Engineering Research* 76, 237-247.
- Laike M., Einarsson L. E. 1993. Jordbrukets maskinkostnader i växtodlingen Rapport 7. Jordbruksverket.
- Lal H., Peart R. M., Jones J. W., Shoup W. D. 1991. An object-oriented field operations simulator in PROLOG. *Transactions of the ASAE* 34(3), 1031-1039.
- Maskin Ringen. 2002. Sveriges Maskinringars medlemstidning nr. 2, 2002, Sverige.
- Maskinring Stångå-Svartådal, 2004. Maskinring Stångå-Svartådal, Årsbok 2002. Linköping.
- Mattson R. 1990. Sätidens betydelse för vårsädens avkastning och kvalitet. Rapport "Allmänt" 163, Konsulentavdelningens rapporter, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- McGeachan M.B., Graham R., Vinten A.J.A., Douglas J.T., Hooda, P.S. 1997. Parameter selection and testing the soil water model SOIL. *Journal of hydrology* 195, 312-334.
- Neuman L. 1991. *Maskinsamverkan så klart!*. Stockholm LT, Sverige.

- Nilsson B. 1976. Planering av jordbrukets maskinsystem. Problem, modeller och tillämpningar. Rapport 38, Institutionen för arbetsmetodik och teknik, Lantbrukshögskolan, Uppsala.
- Nilsson L. 1998. Maskinsamverkan i Bergslagen: en väg till förbättrad ekonomi Examensarbete i Lantmästarprogrammet 1998:61. Sveriges lantbruksuniversitet.
- Oving R. K. 1989. Farm machinery selection. In: *Land and Water Use*. Dodd V A, Grace P M eds. pp. 2653-2659, Balkema, Rotterdam.
- Papy F., Attonaty J. M., Laporte C., Soler L. G. 1988. Work organization simulation as a basis for farm management advice. *Agricultural Systems* 27, 295-314.
- Parmar R. S., McClendon R. W., Potter W. D. 1996. Farm machinery selection using simulation and genetic algorithms. *Transactions of the ASAE* 39(5), 1905-1909.
- Pfeiffer G. H., Peterson M. H. 1980. Optimum machinery complements for Northern Red River Valley grain farms. *ASAE Paper No. 80-1080*, 1-9.
- Poulsen B., Jacobsen B. H. 1997. Maskinomkostninger i landbruget. Empirisk analyse af 500 heltidsbedrifter. Rapport 92. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut, København, Danmark.
- Rietz, H. 1993. Gemensamma driftsbolag för lantbrukare. Examensarbete 98, Institutionen för ekonomi, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Rounsevell M. D. A. 1993. A review of soil workability models and their limitations in temperate regions. *Soil Use and Management* 9(1), 15-21.
- Samuelsson, J. 2003. Samverkan mellan mjölk- och spannmålsproducenter – Vilka ekonomiska incitament föreligger? Examensarbete 323, Institutionen för ekonomi, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- SCB. 1989-1993, 2000, 2002. Jordbruksstatistiska årsbok 1989-1993, 2000, 2002. *Statistiska centralbyrån*.
- Sharpe, W. F. 1964. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *Journal of Finance* 19, 425-442.
- Siemens J. C. 1998. Field machinery selection using simulation and optimization. In: *Agricultural Systems Modeling and Simulation*. Peart R M, Curry R B eds. Marcel Dekker, Inc. New York, USA, pp 543-566.
- Svendsen S. 1999. Unvikling gennem samarbejde. Rapport nr. 103. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut, København, Danmark.
- Søgaard, H.T., Sørensen, C.G., 2004. A model for optimal selection of machinery sizes within the farm machinery system. *Biosystems Engineering* 89(1), 13-28.
- Thomsson O. 1992. Maskinringar som samverkan. Åsikter och erfarenheter bland bönder i Dalarna. Lantbrukets informationslära 14. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Tulu M. Y., Holtman J. B., Fridley R. B., Parsons S. D. 1974. Timeliness costs and available working days – shelled corn. *Transactions of the ASAE* 17(10), 798-800, 804.
- Whitson R. E., Kay R. D., LePori W. A., Rister E. M. 1981. Machinery and crop selection with weather risk. *Transactions of the ASAE* 24(2), 288-291, 295.

Wiklert P., Andersson S., Weidow B., Karlsson I. Håkansson A. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. Del X. Malmöhus och Kristianstads län. Rapport 136, Institution för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet.

Witney B. 1995. *Choosing and Using Farm Machines*. Land Technology, Edinburgh, Scotland.

Witney B. D., Eradat Oskoui K. 1982. The basis of tractor selection on arable farms. *Journal of Agricultural Engineering Research* 27, 513-527.

von Buxhoeveden E., Wiklander K., Neuman L. 1991. *Maskiner som går runt*. Media Nova, Stockholm, Sverige.

6.2. Internetreferenser

Fältforskningsenheten (2002). Sortval 2002. Tabeller för spannmål och oljeväxter Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala, Sverige. <http://www.ffe.slu.se>.

Jordbruksverket. 2003. Svenska prisindexserier fr.o.m. 1995- Laddningsbar fil (Excel). [http://www.sjv.se/net/SJV/Startsida/%c4mnesomr%e5den/Statistik+%&+fakta/Priser+och+prisindex; \(2003-12-01\)](http://www.sjv.se/net/SJV/Startsida/%c4mnesomr%e5den/Statistik+%&+fakta/Priser+och+prisindex; (2003-12-01)).

Lantbruksbarometern. <http://www.opinion.sifo.se/html/publicerade/2000/lantbarom.htm> (2005-01-25).

SCB. 2003. Arbetskostnadsindex för arbetare, privat sektor (AKIak) efter näringsgren SNI92. Månad 1996M01-2003M09. Statistiska centralbyrån. <http://www.scb.se>.

6.3. Personliga meddelanden

Abrahamsson Göran. Ordförande för Sveriges maskinringar (www.maskinring.se). Tel: 08-4590400; mobil tel.: 0706-422095. 2004-09-29.

Nelson Bert-Ove. Agronom. Skogs- och Lantarbetsgivarförbundet, SLA Analyser jordbruk. Tel. 0431-418158; Bert-Ove.Nelson@sla-arbetsgivarna.org. 2002-04-04.

Wennberg Hans. Ansvarig Skog och Lantbruk Föreningssparbanken, Stockholm. Mobil tel.: 070-518 78 08. Hans.Wennberg@fsb.se. 2005-02-05.

TIDIGARE PUBLIKATIONER

2003-07-01 skedde en sammanslagning av Institutionen för biometri och informatik och Institutionen för lantbruksteknik.

Biometri och teknik

Examensarbeten

- 2004:01 Ericsson, N. Uthållig sanitet i Peru – En förstudie i staden Picota.
- 2004:02 Ekvall, C. LCA av dricksvattendesinfektion – en jämförelse av klor och UV-ljus.
- 2004:03 Wertsberg, K. Behandling av lakvatten med kemiska oxidationsmedel för att delvis bryta ned oönskade organiska föreningar – En studie utförd vid Hovgårdens avfallsanläggning i Uppsala.
- 2004:04 Degaart, S. Humanurin till åkermark och grönytor: avsättning och organisation i Göteborgsområdet.
- 2004:05 Westlin, H. Utvärdering av ett silotorksystem för spannmål utrustat med omrörare.

Rapport – miljö, teknik och lantbruk

- 2005:01 Jönsson, H., Vinnerås, B. & Ericsson, N. Källsorterande toaletter. Brukarnas erfarenheter, problem och lösningar.
- 2005:02 Gebresenbet, G. Effect of transporttime on cattle welfare and meat quality.
- 2004:01 Bernesson, S. Life cycle assessment of rapeseed oil, rape methyl ester and ethanol as fuels – A comparison between large- and smallscale production.
- 2004:02 Elmquist, H. Decision-Making and Environmental Impacts.

Rapport – biometri

- 2004:01 Gustafsson, L. Tools for Statistical Handling of Poisson Simulation: Documentation of StocRes and ParmEst

Licentiatavhandling

- 02 Sundberg, C. 2004. Food waste compostin – effects of heat, acids and size.

Kompendium

- 2004:01 Publicering 2000-2003.

Biometri och informatik

Institutionsrapporter

- 81 Olsson, U. & Sikk, J. Fourth Nordic-Baltic Agrometrics Conference, Uppsala, Sweden, June 15-17, 2003. Conference proceedings.
- 80 Edlund, T. Pluripolar Completeness of Graphs and Pseudocontinuation. Licentiatavhandling.

- 79 Nilsson, K. Macrolide antibiotics – mode of action and resistance mechanisms. Licentiatavhandling.
- 78 Sahlin, U. Analysis of forest field data with a spatial approach. Examensarbete.
- 77 Seeger, P. Nested t by 2 Row-Column-Designs suitable for bridge competitions.
- 76 Wörman, A. Low-Velocity Flows in Constructed Wetlands: Physico-Mathematical Model and Computer Codes in Matlab-Environment.
- 75 Huber, K.T., Moulton, V. & Steel, M. Four characters suffice to convexly define a phylogenetic tree.
- 74 Ekbohm, G. Induktion, biometri, vetenskap.
- 73 Huber, K.T., Moulton, V. & Semple, C. Replacing cliques by stars in quasi-median graphs.
- 72 Huber, K.T. Recovering trees from well-separated multi-state characters.
- 71 Holland, B.R., Huber, K.T., Dress, A. & Moulton, V. δ -plots: A tool for analyzing phylogenetic distance data.
- 70 Huber, K.T., Koolen, J.H. & Moulton, V. The Tight Span of an Antipodal Metric Space: Part II – Geometrical Properties.

Lantbruksteknik

Institutionsrapporter

- 255 2003 Nilsson, D. Harvesting and handling of flax for the production of short fibres under Swedish conditions. A literature review.
- 254 2003 Sundberg, C. Food waste composting – effects of heat, acids and size.
- 253 2003 Wikner, I. Environmental conditions in typical cattle transport vehicles in Scandinavia.
- 252 2003 Perez Porras, J., Gebresenbet, G. Biogas development in developing countries.

Institutionsmeddelanden

- 03:01 Sjöberg, C. Lokalt omhändertagande av restprodukter från enskilda avlopp i Oxundaåns avrinningsområde.
- 03:02 Nilsson, D. Production and use of flax and hemp fibres. A report from study tours to some European countries.
- 03:03 Rogstrand, G. Beneficial Management for Composting of Poultry Litter and Yard-Trimming- Environmental Impacts, Compost Product Quality and Food Safety.
- 03:04 Lundborg, M. Inverkan av hastighet och vägförhållande på bränsleförbrukning vid körning med traktor.
- 03:05 Ahlgren, S. Environmental impact of chemical and mechanical weed control in agriculture. A comparing study.
- 03:06 Kihlström, M. Possibilities for intermodal grain transports in the Mälardalen region – environmental and economical aspects.

Denna rapportserie som utges av Institutionen för biometri och teknik, SLU, innehåller uppsatser som anses lämpliga att publicera i denna form. Tidigare nummer redovisas på de sista sidorna och kan i mån av tillgång anskaffas från institutionen.

This series is published by Department of biometry and engineering. It contains reports or papers considered suitable for publication in this form. Earlier issues are listed on the last pages and can be obtained - if still available - upon application to the department.

DISTRIBUTION:

SLU

Institutionen för biometri och teknik

Box 7032

750 07 UPPSALA

Tel. 018-67 10 00

pdf.fil: www.bt.slu.se

SLU

Department of Biometry and Engineering

Box 7032

S-750 07 UPPSALA

SWEDEN

Phone +46 18 671000
